

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/000933

International filing date: 19 January 2005 (19.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-023378
Filing date: 30 January 2004 (30.01.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 10 March 2005 (10.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

PCT/JP2005/000933

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

19.01.2005

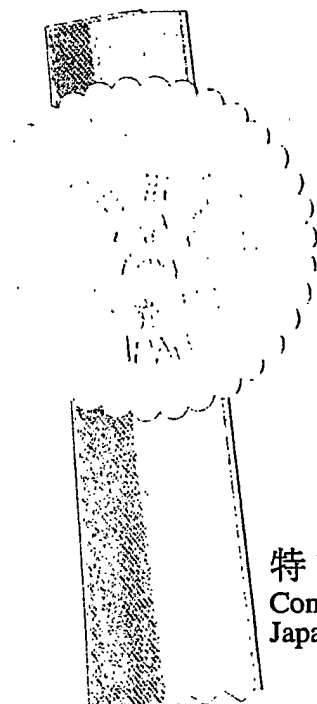
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2004年 1月30日

出 願 番 号
Application Number: 特願2004-023378
[ST. 10/C]: [JP2004-023378]

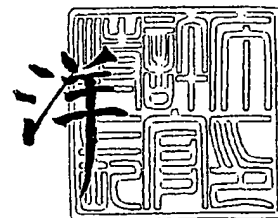
出 願 人
Applicant(s): 株式会社アドバンテスト



特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

2005年 2月25日

小 川



出証番号 出証特2005-3015110

【書類名】 特許願
【整理番号】 11231
【提出日】 平成16年 1月30日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H04B 17/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバンテスト
 内
 【氏名】 黒澤 誠
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町 1丁目 3 2 番 1 号 株式会社アドバンテスト
 内
 【氏名】 中田 寿一
【特許出願人】
 【識別番号】 390005175
 【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト
【代理人】
 【識別番号】 100097490
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 細田 益稔
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 082578
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0018593

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

二つの入力周波数成分を有する入力信号を測定対象回路に与えた場合の、前記測定対象回路の出力を測定する位相測定装置であって、

前記測定対象回路の出力を、ローカル周波数によって直交変換する直交変換手段と、
前記直交変換手段の出力における前記入力周波数成分および歪み成分の位相を取得する位相取得手段と、

前記位相取得手段の取得結果に基づき、前記入力周波数成分の位相が一致する一致時間を測定する一致時間測定手段と、

前記位相取得手段の取得結果に基づき、前記一致時間における前記歪み成分の位相を測定する歪み成分位相測定手段と、

を備え、

前記歪み成分は、

前記入力周波数成分よりも高い周波数を有する高周波歪み成分、および

前記入力周波数成分よりも低い周波数を有する低周波歪み成分、

のいずれか一つ以上を有し、

前記位相取得手段は、

前記入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の両方またはいずれか一方の位相と、

前記高周波歪み成分または前記低周波歪み成分の位相と、

を取得する、

位相測定装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の位相測定装置であって、

前記位相取得手段は、

前記入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の位相と、前記低周波歪み成分の位相と、

前記入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の位相と、前記高周波歪み成分の位相と、

を取得する、

位相測定装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の位相測定装置であって、

前記ローカル周波数を設定するローカル周波数設定手段を備え、

前記ローカル周波数設定手段は、

前記歪み成分の最低周波数と前記入力周波数成分の最高周波数との平均値、および

前記歪み成分の最高周波数と前記入力周波数成分の最低周波数との平均値、

の双方に前記ローカル周波数を設定する、

位相測定装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の位相測定装置であって、

前記位相取得手段は、

前記入力周波数成分の最低周波数成分および最高周波数成分の位相と、

前記入力周波数成分の最低周波数成分の位相と、前記低周波歪み成分の位相と、

前記入力周波数成分の最高周波数成分の位相と、前記高周波歪み成分の位相と、

を取得する、

位相測定装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の位相測定装置であって、

前記ローカル周波数を設定するローカル周波数設定手段を備え、

前記ローカル周波数設定手段は、
前記入力周波数成分の最低周波数と最高周波数との平均値、および
前記歪み成分の最低周波数と前記入力周波数成分の最低周波数との平均値、および
前記歪み成分の最高周波数と前記入力周波数成分の最高周波数との平均値、
に前記ローカル周波数を設定する、
位相測定装置。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の位相測定装置であって、
前記位相取得手段が位相を取得する成分を変更する度に、該変更により変化した前記入力周波数成分の最高周波数成分または最低周波数成分の位相変化量を取得する位相変化量取得手段と、
前記位相変化量に基づき、前記歪み成分位相測定手段の測定結果を補正する歪み成分位相補正手段と、
を備えた位相測定装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の位相測定装置であって、
前記位相取得手段は、
前記入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の位相と、
前記入力周波数成分の最低周波数成分の位相と、前記低周波歪み成分の内の一部分である隣接低周波歪み成分との位相と、
を取得し、
前記歪み成分の最低周波数の位相を取得するまで、すでに位相を取得した前記低周波歪み成分の位相およびそれよりも低い周波数の前記低周波歪み成分の位相を取得する、
位相測定装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の位相測定装置であって、
前記位相取得手段は、
前記入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の位相と、
前記入力周波数成分の最高周波数成分の位相と、前記高周波歪み成分の内の一部分である隣接高周波歪み成分との位相と、
を取得し、
前記歪み成分の最高周波数の位相を取得するまで、すでに位相を取得した前記高周波歪み成分の位相およびそれよりも高い周波数の前記高周波歪み成分の位相を取得する、
位相測定装置。

【請求項 9】

請求項 7 または 8 に記載の位相測定装置であって、
前記ローカル周波数を設定するローカル周波数設定手段を備え、
前記ローカル周波数設定手段は、
位相取得の際に、位相取得の対象となる信号の周波数の最高値と最低値との平均値に前記ローカル周波数を設定する、
位相測定装置。

【請求項 10】

請求項 7 または 8 に記載の位相測定装置であって、
前記位相取得手段が位相を取得する成分を変更する度に、該変更により変化した前記歪み成分の位相変化量を取得する位相変化量取得手段と、
前記位相変化量に基づき、前記歪み成分位相測定手段の測定結果を補正する歪み成分位相補正手段と、
を備えた位相測定装置。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の位相測定装置であって、

前記位相取得手段は、離散フーリエ変換を行う離散フーリエ変換手段を有する、位相測定装置。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の位相測定装置であって、
前記表示手段は、前記歪み成分の位相を角度、前記歪み成分の振幅を長さとするベクトルを表示する表示手段を備えた位相測定装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の位相測定装置であって、
前記表示手段は、前記歪み成分の振幅の対数を長さとするベクトルを表示する、位相測定装置。

【請求項 14】

二つの入力周波数成分を有する入力信号を測定対象回路に与えた場合の、前記測定対象回路の出力を測定する位相測定方法であって、

直交変換手段が、前記測定対象回路の出力を、ローカル周波数によって直交変換する直交変換工程と、

位相取得手段が、前記直交変換手段の出力における前記入力周波数成分および歪み成分の位相を取得する位相取得工程と、

一致時間測定手段が、前記位相取得手段の取得結果に基づき、前記入力周波数成分の位相が一致する一致時間を測定する一致時間測定工程と、

歪み成分位相測定手段が、前記位相取得手段の取得結果に基づき、前記一致時間における前記歪み成分の位相を測定する歪み成分位相測定工程と、

を備え、

前記歪み成分は、

前記入力周波数成分よりも高い周波数を有する高周波歪み成分、および

前記入力周波数成分よりも低い周波数を有する低周波歪み成分、

のいずれか一つ以上を有し、

前記位相取得手段は、

前記入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の両方またはいずれか一方の位相と、

前記高周波歪み成分または前記低周波歪み成分の位相と、

を取得する、

位相測定方法。

【請求項 15】

二つの入力周波数成分を有する入力信号を測定対象回路に与えた場合の、前記測定対象回路の出力を測定する位相測定装置であって、前記測定対象回路の出力を、ローカル周波数によって直交変換する直交変換手段と、前記直交変換手段の出力における前記入力周波数成分および歪み成分の位相を取得する位相取得手段とを有する位相測定装置における位相測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、

前記位相取得手段の取得結果に基づき、前記入力周波数成分の位相が一致する一致時間を測定する一致時間測定処理と、

前記位相取得手段の取得結果に基づき、前記一致時間における前記歪み成分の位相を測定する歪み成分位相測定処理と、

をコンピュータに実行させ、

前記歪み成分は、

前記入力周波数成分よりも高い周波数を有する高周波歪み成分、および

前記入力周波数成分よりも低い周波数を有する低周波歪み成分、

のいずれか一つ以上を有し、

前記位相取得手段は、

前記入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の両方またはいずれか一方の位相と、

前記高周波歪み成分または前記低周波歪み成分の位相と、
を取得する、
プログラム。

【請求項 16】

二つの入力周波数成分を有する入力信号を測定対象回路に与えた場合の、前記測定対象回路の出力を測定する位相測定装置であって、前記測定対象回路の出力を、ローカル周波数によって直交変換する直交変換手段と、前記直交変換手段の出力における前記入力周波数成分および歪み成分の位相を取得する位相取得手段とを有する位相測定装置における位相測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、

前記位相取得手段の取得結果に基づき、前記入力周波数成分の位相が一致する一致時間を測定する一致時間測定処理と、

前記位相取得手段の取得結果に基づき、前記一致時間における前記歪み成分の位相を測定する歪み成分位相測定処理と、

をコンピュータに実行させ、

前記歪み成分は、

前記入力周波数成分よりも高い周波数を有する高周波歪み成分、および

前記入力周波数成分よりも低い周波数を有する低周波歪み成分、

のいずれか一つ以上を有し、

前記位相取得手段は、

前記入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の両方またはいずれか一方の位相と、

前記高周波歪み成分または前記低周波歪み成分の位相と、

を取得する、

プログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体。

【書類名】明細書

【発明の名称】位相測定装置、方法、プログラムおよび記録媒体

【技術分野】

【0001】

本発明は、二つ以上の周波数成分を有する信号を非線形回路（測定対象回路）に与えた場合に、非線形回路から出力される信号の歪みの位相の測定に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、増幅器に信号を与えて増幅させることが広く行われている。増幅器は線形回路であることが理想的である。しかし、完全な線形回路であるような増幅器を製造することは困難であるため、増幅器を一種の非線形回路として扱うことになる。すなわち、増幅器に信号を与えると、増幅された信号のみならず、歪み成分もまた出力されてしまう。

【0003】

このような歪み成分を測定することが、例えば特許文献1に示すように行われている。

【0004】

【特許文献1】特開2001-285211号公報（要約）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、増幅器に二つ以上の周波数成分を有する信号を与えた場合に、増幅器から出力される歪み成分の位相を測定することは、従来、行われていない。

【0006】

そこで、本発明は、二つ以上の周波数成分を有する信号を測定対象回路に与えた場合に、測定対象回路から出力される信号の歪みの位相を測定することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、二つの入力周波数成分を有する入力信号を測定対象回路に与えた場合の、測定対象回路の出力を測定する位相測定装置であって、測定対象回路の出力を、ローカル周波数によって直交変換する直交変換手段と、直交変換手段の出力における入力周波数成分および歪み成分の位相を取得する位相取得手段と、位相取得手段の取得結果に基づき、入力周波数成分の位相が一致する一致時間を測定する一致時間測定手段と、位相取得手段の取得結果に基づき、一致時間における歪み成分の位相を測定する歪み成分位相測定手段と、を備え、歪み成分は、入力周波数成分よりも高い周波数を有する高周波歪み成分、および入力周波数成分よりも低い周波数を有する低周波歪み成分、のいずれか一つ以上を有し、位相取得手段は、入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の両方またはいずれか一方の位相と、高周波歪み成分または低周波歪み成分の位相とを取得するように構成される。

【0008】

上記のように構成された発明によれば、二つの入力周波数成分を有する入力信号を測定対象回路に与えた場合の、測定対象回路の出力を測定する位相測定装置が提供される。

【0009】

直交変換手段は、測定対象回路の出力を、ローカル周波数によって直交変換する。位相取得手段は、直交変換手段の出力における入力周波数成分および歪み成分の位相を取得する。一致時間測定手段は、位相取得手段の取得結果に基づき、入力周波数成分の位相が一致する一致時間を測定する。歪み成分位相測定手段は、位相取得手段の取得結果に基づき、一致時間における歪み成分の位相を測定する。歪み成分は、入力周波数成分よりも高い周波数を有する高周波歪み成分、および入力周波数成分よりも低い周波数を有する低周波歪み成分のいずれか一つ以上を有する。位相取得手段は、入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の両方またはいずれか一方の位相と、高周波歪み成分または低周波歪み成分の位相とを取得する。

【0010】

本発明においては、位相取得手段は、(1) 入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の位相と、低周波歪み成分の位相と、(2) 入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の位相と、高周波歪み成分の位相と、を取得するようにすることが好ましい。

【0011】

本発明においては、ローカル周波数を設定するローカル周波数設定手段を備え、ローカル周波数設定手段は、(3) 歪み成分の最低周波数と入力周波数成分の最高周波数との平均値、および、(4) 歪み成分の最高周波数と入力周波数成分の最低周波数との平均値の双方にローカル周波数を設定するようにすることが好ましい。

【0012】

本発明においては、位相取得手段は、(5) 入力周波数成分の最低周波数成分および最高周波数成分の位相と、(6) 入力周波数成分の最低周波数成分の位相と、低周波歪み成分の位相と、(7) 入力周波数成分の最高周波数成分の位相と、高周波歪み成分の位相と、を取得する、ようにすることが好ましい。

【0013】

本発明においては、ローカル周波数を設定するローカル周波数設定手段を備え、ローカル周波数設定手段は、入力周波数成分の最低周波数と最高周波数との平均値、および(8) 歪み成分の最低周波数と入力周波数成分の最低周波数との平均値、および(9) 歪み成分の最高周波数と入力周波数成分の最高周波数との平均値、にローカル周波数を設定するようにすることが好ましい。

【0014】

本発明においては、位相取得手段が位相を取得する成分を変更する度に、該変更により変化した入力周波数成分の最高周波数成分または最低周波数成分の位相変化量を取得する位相変化量取得手段と、位相変化量に基づき、歪み成分位相測定手段の測定結果を補正する歪み成分位相補正手段とを備えるようにすることが好ましい。

【0015】

本発明においては、位相取得手段は、(10) 入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の位相と、(11) 入力周波数成分の最低周波数成分の位相と、低周波歪み成分の内的一部分である隣接低周波歪み成分との位相と、を取得し、歪み成分の最低周波数の位相を取得するまで、すでに位相を取得した低周波歪み成分の位相およびそれよりも低い周波数の低周波歪み成分の位相を取得するようにすることが好ましい。

【0016】

本発明においては、位相取得手段は、(12) 入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の位相と、(13) 入力周波数成分の最高周波数成分の位相と、高周波歪み成分の内的一部分である隣接高周波歪み成分との位相と、を取得し、歪み成分の最高周波数の位相を取得するまで、すでに位相を取得した高周波歪み成分の位相およびそれよりも高い周波数の高周波歪み成分の位相を取得するようにすることが好ましい。

【0017】

本発明においては、ローカル周波数を設定するローカル周波数設定手段を備え、ローカル周波数設定手段は、位相取得の際に、位相取得の対象となる信号の周波数の最高値と最低値との平均値にローカル周波数を設定するようにすることが好ましい。

【0018】

本発明においては、位相取得手段が位相を取得する成分を変更する度に、該変更により変化した歪み成分の位相変化量を取得する位相変化量取得手段と、位相変化量に基づき、歪み成分位相測定手段の測定結果を補正する歪み成分位相補正手段とを備えるようにすることが好ましい。

【0019】

本発明においては、位相取得手段は、離散フーリエ変換を行う離散フーリエ変換手段を有するようにすることが好ましい。

【0020】

本発明においては、表示手段は、歪み成分の位相を角度、歪み成分の振幅を長さとするベクトルを表示する表示手段を備えるようにすることが好ましい。

【0021】

本発明においては、表示手段は、歪み成分の振幅の対数を長さとするベクトルを表示するようにすることが好ましい。

【0022】

本発明は、二つの入力周波数成分を有する入力信号を測定対象回路に与えた場合の、測定対象回路の出力を測定する位相測定方法であって、直交変換手段が、測定対象回路の出力を、ローカル周波数によって直交変換する直交変換工程と、位相取得手段が、直交変換手段の出力における入力周波数成分および歪み成分の位相を取得する位相取得工程と、一致時間測定手段が、位相取得手段の取得結果に基づき、入力周波数成分の位相が一致する一致時間を測定する一致時間測定工程と、歪み成分位相測定手段が、位相取得手段の取得結果に基づき、一致時間における歪み成分の位相を測定する歪み成分位相測定工程と、を備え、歪み成分は、入力周波数成分よりも高い周波数を有する高周波歪み成分、および入力周波数成分よりも低い周波数を有する低周波歪み成分、のいずれか一つ以上を有し、位相取得手段は、入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の両方またはいずれか一方の位相と、高周波歪み成分または低周波歪み成分の位相とを取得するように構成される。

【0023】

本発明は、二つの入力周波数成分を有する入力信号を測定対象回路に与えた場合の、測定対象回路の出力を測定する位相測定装置であって、測定対象回路の出力を、ローカル周波数によって直交変換する直交変換手段と、直交変換手段の出力における入力周波数成分および歪み成分の位相を取得する位相取得手段とを有する位相測定装置における位相測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムであって、位相取得手段の取得結果に基づき、入力周波数成分の位相が一致する一致時間を測定する一致時間測定処理と、位相取得手段の取得結果に基づき、一致時間における歪み成分の位相を測定する歪み成分位相測定処理と、をコンピュータに実行させ、歪み成分は、入力周波数成分よりも高い周波数を有する高周波歪み成分、および入力周波数成分よりも低い周波数を有する低周波歪み成分、のいずれか一つ以上を有し、位相取得手段は、入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の両方またはいずれか一方の位相と、高周波歪み成分または低周波歪み成分の位相とを取得するプログラムである。

【0024】

本発明は、二つの入力周波数成分を有する入力信号を測定対象回路に与えた場合の、測定対象回路の出力を測定する位相測定装置であって、測定対象回路の出力を、ローカル周波数によって直交変換する直交変換手段と、直交変換手段の出力における入力周波数成分および歪み成分の位相を取得する位相取得手段とを有する位相測定装置における位相測定処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体であって、位相取得手段の取得結果に基づき、入力周波数成分の位相が一致する一致時間を測定する一致時間測定処理と、位相取得手段の取得結果に基づき、一致時間における歪み成分の位相を測定する歪み成分位相測定処理と、をコンピュータに実行させ、歪み成分は、入力周波数成分よりも高い周波数を有する高周波歪み成分、および入力周波数成分よりも低い周波数を有する低周波歪み成分、のいずれか一つ以上を有し、位相取得手段は、入力周波数成分の最高周波数成分および最低周波数成分の両方またはいずれか一方の位相と、高周波歪み成分または低周波歪み成分の位相と、を取得する、プログラムを記録したコンピュータによって読み取り可能な記録媒体である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施形態を図面を参照しながら説明する。

【0026】

第一の実施形態

図1は、第一の実施形態にかかる増幅器測定システムの構成を示すブロック図である。増幅器測定システムは、入力信号生成部10、増幅器（測定対象回路）20、A/D変換器32、乗算器34a、34b、ローカル周波数設定部36、90度移相器38、位相取得部40、一致時間・位相測定部50、歪み成分位相測定部60、表示部70を備える。

【0027】

入力信号生成部10は、二つの入力周波数成分 $\omega 1$ 、 $\omega 2$ を有する入力信号を生成する。入力信号生成部10は、第一発振器12、第二発振器14、加算器16を有する。第一発振器12は、周波数 $\omega 10$ の信号を生成する。第二発振器14は、周波数 $\omega 20$ の信号を生成する。加算器16は、周波数 $\omega 10$ の信号および周波数 $\omega 20$ の信号を加算して出力する。加算器16の出力が、入力信号である。入力信号は、増幅器20に与えられる。

【0028】

増幅器（測定対象回路）20は、与えられた入力信号を増幅して出力する。増幅器20の動作を図2を参照して説明する。増幅器20に与えられる入力信号の周波数スペクトルは、図2（a）に示すように、周波数 $\omega 10$ および周波数 $\omega 20$ の成分を有する。増幅器20は、入力信号を増幅して出力する。

【0029】

増幅器20の出力の周波数スペクトルは、図2（b）に示すようなものである。周波数 $\omega 10$ および周波数 $\omega 20$ の成分のレベルが上昇していることがわかる。しかし、増幅器20を完全な線形回路とすることは困難なため、増幅器20は非線形回路となってしまう。よって、周波数 $\omega 10$ および周波数 $\omega 20$ の成分の他に、周波数 $\omega 30$ および周波数 $\omega 40$ の成分（歪み成分という）が出力されてしまう。

【0030】

ここで、周波数 $\omega 10$ および周波数 $\omega 20$ を平均した平均周波数 $\omega 0$ （ $= (\omega 10 + \omega 20) / 2$ ）を0とした場合、増幅器20の出力の周波数スペクトルは図2（c）のようになる。すなわち、 $\omega 10$ が $\omega 1$ （ $= \omega 10 - \omega 0$ ）に、 $\omega 20$ が $-\omega 1$ （ $= \omega 20 - \omega 0$ ）に、 $\omega 30$ が $3\omega 1$ （ $= \omega 30 - \omega 0$ ）に、 $\omega 40$ が $-3\omega 1$ （ $= \omega 40 - \omega 0$ ）になる。なお、 $\omega 1 > -\omega 1$ なので、 $\omega 1$ が入力周波数成分の最高周波数成分、 $-\omega 1$ が入力周波数成分の最低周波数成分となる。

【0031】

$3\omega 1$ および $-3\omega 1$ の成分を3次歪み成分という。歪み成分は3次に限らず、5次（ $5\omega 1$ および $-5\omega 1$ ）、7次（ $7\omega 1$ および $-7\omega 1$ ）、さらに高次の歪み成分が存在する。

【0032】

位相測定装置1は、A/D変換器32、乗算器34a、34b、ローカル周波数設定部36、90度移相器38、位相取得部40、一致時間・位相測定部50、歪み成分位相測定部60および表示部70を備える。

【0033】

A/D変換器32は、増幅器20の出力をデジタル信号に変換する。なお、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域をBWとする。

【0034】

乗算器34aは、A/D変換器32の出力に、ローカル周波数設定部36が出力した $\cos(\omega c \cdot t)$ を乗算して出力する。乗算器34bは、A/D変換器32の出力に、90度移相器38が出力した $-\sin(\omega c \cdot t)$ を乗算して出力する。乗算器34a、34bが、周波数 ωc によって、直交変換を行なうことになる。

【0035】

ローカル周波数設定部36は、直交変換のためのローカル周波数 ωc を設定する。ローカル周波数 ωc の設定法を図3に示す。図3においては、周波数 $-5\omega 1 \sim 5\omega 1$ の信号の位相の測定を前提としている。よって、歪み成分の最高周波数は $5\omega 1$ 、最低周波数は $-5\omega 1$ となる。なお、 $\omega 1 - (-\omega 1) = 2\omega 1 = \omega_{sep}$ とする。まず、図3（a）に

示すように、ローカル周波数 $\omega_c = \omega_0 - \omega_{sep}$ とする。これは、 $\omega_0 = 0$ とすれば、 $\omega_c = (\omega_1 + (-5\omega_1)) / 2 = -2\omega_1$ と同じことである。次に、図3(b)に示すように、ローカル周波数 $\omega_c = \omega_0 + \omega_{sep}$ とする。これは、 $\omega_0 = 0$ とすれば、 $\omega_c = ((-\omega_1) + 5\omega_1) / 2 = 2\omega_1$ と同じことである。

【0036】

90度移相器38は、ローカル周波数設定部36の出力の位相を90度移動させてから出力する。

【0037】

位相取得部40は、乗算器34a、34bの出力における入力周波数成分($\pm\omega_1$)および歪み成分($+3\omega_1$ など)の位相を取得する。図4は、位相取得部40の構成を示すブロック図である。位相取得部40は、周波数シフト部44、複素FFT(高速フーリエ変換)部46、位相決定部48を有する。

【0038】

周波数シフト部44は、乗算器34a、34bの出力の周波数を、 $\omega_c - \omega_0$ だけ変えて、出力する。例えば、ローカル周波数 $\omega_c = \omega_0 - \omega_{sep}$ とした場合は(図3(a)参照)、 $\omega_c - \omega_0 = -\omega_{sep}$ だけ周波数を変え、ローカル周波数 $\omega_c = \omega_0 + \omega_{sep}$ とした場合は(図3(b)参照)、 $\omega_c - \omega_0 = \omega_{sep}$ だけ周波数を変える。

【0039】

さらに、図3(b)を参照して説明すると、入力周波数成分($-\omega_1$)は、乗算器34a、34bの出力においては、 ω_c を原点として、周波数 $-1.5\omega_{sep}$ として扱われる。入力周波数成分($+\omega_1$)は、乗算器34a、34bの出力においては、 ω_c を原点として、周波数 $-0.5\omega_{sep}$ として扱われる。歪み成分($+3\omega_1$)は、乗算器34a、34bの出力においては、 ω_c を原点として、周波数 $0.5\omega_{sep}$ として扱われる。

【0040】

しかし、後述するように、第一の実施形態(他の実施形態も同様)においては、入力周波数成分($-\omega_1$)の角速度と入力周波数成分($+\omega_1$)の角速度とは大きさが等しく(ただし正負の符号が異なる)、歪み成分($+3\omega_1$)の角速度は入力周波数成分($+\omega_1$)の角速度の3倍であるということにしなければならない。

【0041】

そこで、原点を $\omega_c (= \omega_0 + \omega_{sep})$ から ω_0 に移動させる。これにより、乗算器34a、34bの出力の周波数は、周波数シフト部44によって ω_{sep} だけ大きくなる。例えば、入力周波数成分($-\omega_1$)は、周波数 $-1.5\omega_{sep} + \omega_{sep} = -0.5\omega_{sep}$ となる。入力周波数成分($+\omega_1$)は、周波数 $-0.5\omega_{sep} + \omega_{sep} = 0.5\omega_{sep}$ となる。歪み成分($+3\omega_1$)は、周波数 $0.5\omega_{sep} + \omega_{sep} = 1.5\omega_{sep}$ となる。

【0042】

これにより、入力周波数成分($-\omega_1$)の角速度と入力周波数成分($+\omega_1$)の角速度とは大きさが等しく(ただし正負の符号が異なる)、歪み成分($+3\omega_1$)の角速度は入力周波数成分($+\omega_1$)の角速度の3倍であるということにできる。

【0043】

複素FFT(高速フーリエ変換)部46は、周波数シフト部44の出力について複素高速フーリエ変換を行う。これにより、入力周波数成分($\pm\omega_1$)および歪み成分($+3\omega_1$ など)の複素ベクトルが得られる。なお、複素FFT部46は、離散フーリエ変換(DFT)を行なうことが好ましい。すなわち、 $\pm\omega_1$ 、 $\pm3\omega_1$ 、 $\pm5\omega_1$ …、について離散フーリエ変換(DFT)を行なう。

【0044】

なお、離散フーリエ変換の演算ポイント数は任意のポイント数を選べるので、所望の周波数 $f = f_s / N \times k$ (f_s : A/D変換器32のサンプリング周波数、 N : DFT演算ポイント数、 k : 自然数)となるような N で演算することにより、サンプリング周波数を変えことなく近傍周波数成分のノイズを受けずに演算できる。

【0045】

位相決定部48は、入力周波数成分($\pm\omega_1$)および歪み成分($+3\omega_1$ など)の複素ベクトルに基づき、各成分の位相を決定する。位相は \tan^{-1} (複素ベクトルの虚部/複素ベクトルの実部)として求めることができる。入力周波数成分 $+\omega_1$ の位相を θ_1 、入力周波数成分 $-\omega_1$ の位相を θ_2 、歪み成分 $+3\omega_1$ の位相を θ_3 、歪み成分 $-3\omega_1$ の位相を θ_4 、歪み成分 $+5\omega_1$ の位相を θ_5 、歪み成分 $-5\omega_1$ の位相を θ_6 (図3参照)とする。 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 ...は、時間の関数である。以後、時間 t における位相を例えば $\theta_1(t)$ などと表記する。

【0046】

なお、 θ_1 は、入力周波数成分の最高周波数成分の位相、 θ_2 は、入力周波数成分の最低周波数成分の位相となる。また、 θ_3 および θ_5 は、歪み成分のうち、入力周波数成分よりも高い周波数を有する高周波歪み成分の位相となる。さらに、 θ_4 および θ_6 は、歪み成分のうち、入力周波数成分よりも低い周波数を有する低周波歪み成分の位相となる。

【0047】

位相決定部48は、まず、図3(a)を参照して、 θ_1 、 θ_2 、 θ_4 および θ_6 を決定する(図1の(1)参照)。このとき、ローカル周波数設定部36が設定するローカル周波数 ω_c を、 $\omega_0 - \omega_{sep}$ とする。

【0048】

このような場合、ローカル周波数 ω_c を中心として、 $-5\omega_1$ から $+\omega_1$ までの帯域を測定できればよい。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域BWは、 $BW > +\omega_1 - (-5\omega_1) = 6\omega_1 = 3\omega_{sep}$ であればよい。

【0049】

次に、図3(b)を参照して、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 および θ_5 を決定する(図1の(2)参照)。このとき、ローカル周波数設定部36が設定するローカル周波数 ω_c を、 $\omega_0 + \omega_{sep}$ とする。

【0050】

このような場合、ローカル周波数 ω_c を中心として、 $-\omega_1$ から $+5\omega_1$ までの帯域を測定できればよい。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域BWは、 $BW > +5\omega_1 - (-\omega_1) = 6\omega_1 = 3\omega_{sep}$ であればよい。

【0051】

なお、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 、 θ_5 および θ_6 をまとめて計測する場合は、 $-5\omega_1$ から $+5\omega_1$ までの帯域を測定できる必要がある。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域BWは、 $BW > +5\omega_1 - (-5\omega_1) = 10\omega_1 = 5\omega_{sep}$ となる。

【0052】

よって、第一の実施形態のように、 θ_1 、 θ_2 、 θ_4 および θ_6 を決定し、その後、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 および θ_5 を決定するようにすれば、 $BW > 3\omega_{sep}$ でよいので、BWが一定とすれば、 ω_{sep} をより大きくとることができる。

【0053】

図1に戻り、一致時間・位相測定部50は、位相取得部40の取得結果に基づき、入力周波数成分 $+\omega_1$ の位相 θ_1 と、入力周波数成分 $-\omega_1$ の位相 θ_2 とが最初に一致する一致時間 Δt およびその時の位相 $\theta_1(\Delta t)$ ($=\theta_2(\Delta t)$)を測定する。

【0054】

入力周波数成分 $+\omega_1$ の複素ベクトル s_1 および入力周波数成分 $-\omega_1$ の複素ベクトル s_2 は下記の式のように表される。

【0055】

【数1】

$$s1 = A1 \times e^{j(\omega 1 \times t + \theta 1(0))}$$

$$s2 = A2 \times e^{j(-\omega 1 \times t + \theta 2(0))}$$

上記の式から明らかなように、複素ベクトル $s1$ および $s2$ は、大きさこそ異なるものの、同じ大きさの回転速度で逆向きに回転している。複素ベクトル $s1$ および $s2$ の初期状態（時間 $t = 0$ における状態）を図5に示す。図5においては、縦軸に Im （虚部）、横軸に Re （実部）をとっている。複素ベクトル $s1$ の初期位相は $\theta 1(0)$ 、複素ベクトル $s2$ の初期位相は $\theta 2(0)$ である。複素ベクトル $s1$ および $s2$ は、時間 Δt に位相が最初に一致する。そのときの、位相 $\theta 1(\Delta t)$ ($= \theta 2(\Delta t)$) は、下記の式のように表される。

【0056】

【数2】

$$\frac{-\theta 1(0) + \theta 2(0)}{2} + \theta 1(0) = \theta 1(\Delta t)$$

時間 Δt に位相が $\theta 1(\Delta t)$ となった複素ベクトル $s1$ および $s2$ は、同じ大きさの回転速度で逆向きに回転しているため、複素ベクトル $s1$ および $s2$ が $1/2$ 回転し、 $\theta 1(\Delta t) + \pi$ で位相が一致する。そのときの時間は、 $\Delta t + \pi / \omega 1$ である。その後、さらに $\theta 1(\Delta t)$ で位相が一致する。そのときの時間は、 $\Delta t + 2\pi / \omega 1$ である。このようにして、時間 $\Delta t + n \cdot \pi / \omega 1$ で位相が一致し ($n=0, 1, 2, \dots$)、その時の複素ベクトル $s1$ および $s2$ の位相は $\theta 1(\Delta t)$ ($n=0, 2, 4, \dots$) あるいは $\theta 1(\Delta t) + \pi$ ($n=1, 3, 5, \dots$) である。

【0057】

複素ベクトル $s1$ の位相 $\theta 1$ および複素ベクトル $s2$ の位相 $\theta 2$ の時間 t との関係グラフに表したものが図6である。ただし、図示の便宜上、 $\theta 1(0) = 0$ としてある。図6からも明らかなように、時間 $\Delta t + n \cdot \pi / \omega 1$ で複素ベクトル $s1$ および $s2$ の位相が一致し ($n=0, 1, 2, \dots$)、その時の複素ベクトル $s1$ および $s2$ の位相は $\theta 1(\Delta t)$ ($n=0, 2, 4, \dots$) あるいは $\theta 1(\Delta t) + \pi$ ($n=1, 3, 5, \dots$) である。

【0058】

歪み成分位相測定部60は、位相取得部40の取得結果に基づき、一致時間 Δt における歪み成分 $+3\omega 1$ の位相 $\theta 3(\Delta t)$ を測定する。一致時間 Δt は、一致時間・位相測定部50から取得する。なお、他の歪み成分（例えば、 $-3\omega 1$ 、 $\pm 5\omega 1$ ）の位相 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ 、 $\theta 6$ も同様に取得する。そこで、位相 $\theta 3(\Delta t)$ の測定法を例にとって、歪み位相の測定法を説明する。他の歪み位相の測定法も同様である。

【0059】

歪み成分 $+3\omega 1$ の複素ベクトル $s3$ は下記の式のように表される。

【0060】

【数3】

$$s_3 = A_3 \times e^{j(3\omega_1 \times t + \theta_3(0))}$$

上記の式から明らかなように、複素ベクトル s_1 が1回転すると、複素ベクトル s_3 が3回転する。複素ベクトル s_1 が1/2回転すると、複素ベクトル s_3 が3/2回転する。

【0061】

よって、複素ベクトル s_1 が位相 $\theta_1(\Delta t)$ から1回転すると、複素ベクトル s_3 が3回転するので、複素ベクトル s_3 の位相は元に戻る。よって、複素ベクトル s_1 が位相 $\theta_1(\Delta t)$ から n 回転すると ($n=1, 2, \dots$)、複素ベクトル s_3 の位相は、一致時間 Δt における歪み成分 $+3\omega_1$ の位相 $\theta_3(\Delta t)$ に戻る。

【0062】

また、複素ベクトル s_1 が位相 $\theta_1(\Delta t)$ から1/2回転すると、複素ベクトル s_3 が3/2回転するので、複素ベクトル s_3 の位相は π 進む。よって、複素ベクトル s_1 が位相 $\theta_1(\Delta t) + \pi$ になると、複素ベクトル s_3 の位相は、 $\theta_3(\Delta t) + \pi$ になる。

【0063】

複素ベクトル s_1 の位相 θ_1 、複素ベクトル s_2 の位相 θ_2 および複素ベクトル s_3 の位相 θ_3 の時間 t との関係グラフを表したものが図7である。なお、図7においては、 θ_1 および θ_2 は一点鎖線、 θ_3 は実線で図示している。図7からも明らかなように、時間 $\Delta t + n \cdot \pi / \omega_1$ ($n=0, 2, 4, \dots$) で複素ベクトル s_3 の位相が $\theta_3(\Delta t)$ となり、時間 $\Delta t + n \cdot \pi / \omega_1$ ($n=1, 3, 5, \dots$) で複素ベクトル s_3 の位相が $\theta_3(\Delta t) + \pi$ となる。

【0064】

このように、複素ベクトル s_1 および s_2 が一致する位相は $\theta_1(\Delta t)$ あるいは $\theta_1(\Delta t) + \pi$ といった一定の値をとる。しかも、複素ベクトル s_1 および s_2 が一致したときの複素ベクトル s_3 の位相もまた $\theta_3(\Delta t)$ あるいは $\theta_3(\Delta t) + \pi$ といった一定の値をとる。よって、入力周波数成分 $\pm \omega_1$ の位相を表す値として $\theta_1(\Delta t)$ を、歪み成分 $+3\omega_1$ の位相を表す値として $\theta_3(\Delta t)$ を測定することは有意義である。

【0065】

なお、複素ベクトル s_1 および s_2 が一致する位相に対する、複素ベクトル s_1 および s_2 が一致したときの複素ベクトル s_3 の相対位相は、一定の値 $\theta_3(\Delta t) - \theta_1(\Delta t)$ をとる。

【0066】

また、複素ベクトル s_1 および s_2 が一致したときの θ_4 、 θ_5 、 θ_6 、…もまた一定の値をとる。よって、複素ベクトル s_1 および s_2 が一致したときの θ_4 、 θ_5 、 θ_6 、…の相対位相は、一定の値 $\theta_n(\Delta t) - \theta_1(\Delta t)$ をとる ($n=4, 5, 6, \dots$)。

【0067】

表示部70は、一致時間・位相測定部50の測定結果 $\theta_1(\Delta t)$ および歪み成分位相測定部60の測定結果 $\theta_3(\Delta t)$ 等を表示する。

【0068】

図8は、表示部70の表示態様を示す図である。表示部70は、入力周波数成分 $\pm \omega_1$ および歪み成分成分 $\pm 3\omega_1$ を表示する。ただし、入力周波数成分および歪み成分の位相を角度、入力周波数成分および歪み成分の振幅を長さとするベクトルを表示する。なお、

入力周波数成分 ω_1 の角度は0度とする。また、歪み成分成分 $\pm 5\omega_1$ は、振幅が小さいので、ほとんど原点に重なってしまい、表示できない。

【0069】

図9は、表示部70の表示態様の変形例を示す図である。入力周波数成分および歪み成分の振幅の対数を長さとするベクトルを表示する点が、図8に示す例と異なる。具体的には、振幅スケールをdBcに対数圧縮（キャリアを基本信号の低周波成分とした）する（例えば、振幅のフルレンジを5dBc、原点を-80dBcとする）。これにより、歪み成分成分 $\pm 5\omega_1$ についても、表示できるようになる。

【0070】

次に、第一の実施形態の動作を説明する。

【0071】

まず、第一発振器12から出力された周波数 ω_{10} の信号と、第二発振器14から出力された周波数 ω_{20} の信号とが、加算器16により加算され、入力信号として増幅器20に与えられる。入力信号の周波数スペクトルは図2(a)に示すようなものである。

【0072】

入力信号は増幅器20により増幅される。ただし、増幅器20は非線形回路の一種であり、周波数 ω_{10} および周波数 ω_{20} の成分のみならず、歪み成分（周波数 ω_{30} および周波数 ω_{40} の成分など）も出力されてしまう（図2(b)参照）。

【0073】

増幅器20の出力は位相測定装置1に与えられる。位相測定装置1は、増幅器20の出力を測定するためのものである。

【0074】

まず、増幅器20の出力は、乗算器34a、34bにより、ローカル周波数 ω_c によって直交変換される。ローカル周波数設定部36が、ローカル周波数 ω_c を、 $\omega_0 - \omega_{sep}$ とする。ついで、ローカル周波数設定部36が、ローカル周波数 ω_c を、 $\omega_0 + \omega_{sep}$ とする。

【0075】

乗算器34aおよび乗算器34bの出力は、複素FFT部46に与えられる。複素FFT部46は複素高速フーリエ変換を行い、入力周波数成分（ $\pm \omega_1$ ）および歪み成分（ $\pm 3\omega_1$ など）の複素ベクトルを得る。位相決定部48は、複素ベクトルを受け、各成分の位相を決定する。

【0076】

位相決定部48の出力の内、入力周波数成分 ω_1 の位相 θ_1 および入力周波数成分 $-\omega_1$ の位相 θ_2 を受けて、一致時間・位相測定部50が、 θ_1 と θ_2 とが最初に一致する一致時間 Δt およびその時の位相 $\theta_1(\Delta t)$ （ $=\theta_2(\Delta t)$ ）を測定する（図6参照）。

【0077】

位相決定部48の出力の内、歪み成分 $\pm 3\omega_1$ の位相 θ_3 などを受け、さらに、一致時間・位相測定部50から一致時間 Δt を受け、歪み成分位相測定部60が、一致時間 Δt における歪み成分 $\pm 3\omega_1$ の位相 $\theta_3(\Delta t)$ などを測定する（図7参照）。

【0078】

表示部70は、一致時間・位相測定部50の測定結果 $\theta_1(\Delta t)$ および歪み成分位相測定部60の測定結果 $\theta_3(\Delta t)$ などを表示する。

【0079】

第一の実施形態によれば、入力周波数成分 $\pm \omega_1$ の位相を表す値として有意義な $\theta_1(\Delta t)$ を一致時間・位相測定部50により測定する。さらに、歪み成分 $\pm 3\omega_1$ などの位相を表す値として有意義な $\theta_3(\Delta t)$ などを歪み成分位相測定部60により測定する。さらに、 $\theta_1(\Delta t)$ および $\theta_3(\Delta t)$ などを表示部70により表示する。よって、増幅器20から出力される信号の歪みおよび入力周波数成分の位相を表す値として有意義な値を測定し、かつ表示することができる。

【0080】

さらに、第一の実施形態によれば、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域 $BW > 3\omega_{sep}$ でよいので、 BW が一定とすれば、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ および $\theta 6$ をまとめて計測する場合($BW > 5\omega_{sep}$)と比べて、 ω_{sep} をより大きくとることができる。

【0081】

第二の実施形態

第二の実施形態は、ローカル周波数 ω_c の設定が三段階($\omega_c = \omega_0$ 、 $\omega_c = \omega_0 - 1.5\omega_{sep}$ 、 $\omega_c = \omega_0 + 1.5\omega_{sep}$)である点で、ローカル周波数 ω_c の設定が二段階($\omega_c = \omega_0 - \omega_{sep}$ 、 $\omega_c = \omega_0 + \omega_{sep}$)である第一の実施形態と異なる。

【0082】

図10は、第二の実施形態にかかる増幅器測定システムの構成を示すブロック図である。増幅器測定システムは、入力信号生成部10、増幅器(測定対象回路)20、A/D変換器32、乗算器34a、34b、ローカル周波数設定部36、90度移相器38、位相取得部40、一致時間・位相測定部50、歪み成分位相測定部60、表示部70を備える。以下、第一の実施形態と同様な部分は同じ番号を付して説明を省略する。

【0083】

入力信号生成部10、増幅器(測定対象回路)20、A/D変換器32、乗算器34a、34bおよび90度移相器38は、第一の実施形態と同様であり説明を省略する。

【0084】

ローカル周波数設定部36は、直交変換のためのローカル周波数 ω_c を設定する。ローカル周波数 ω_c の設定法を図12に示す。図12においては、周波数 $-\omega_1 \sim \omega_1$ の信号の位相の測定を前提としている。なお、 $\omega_1 - (-\omega_1) = 2\omega_1 = \omega_{sep}$ とする。まず、図12(a)に示すように、ローカル周波数 $\omega_c = \omega_0$ とする。次に、図12(b)に示すように、ローカル周波数 $\omega_c = \omega_0 - 1.5\omega_{sep}$ とする。これは、 $\omega_0 = 0$ とすれば、 $\omega_c = (-\omega_1 + (-5\omega_1)) / 2 = -3\omega_1$ と同じことである。最後に、図12(c)に示すように、ローカル周波数 $\omega_c = \omega_0 + 1.5\omega_{sep}$ とする。これは、 $\omega_0 = 0$ とすれば、 $\omega_c = (\omega_1 + 5\omega_1) / 2 = 3\omega_1$ と同じことである。

【0085】

位相取得部40は、乗算器34a、34bの出力における入力周波数成分($\pm\omega_1$)および歪み成分($+3\omega_1$ など)の位相を取得する。位相取得部40の構成は、第一の実施形態と同様である(図4参照)。位相取得部40は、周波数シフト部44、複素FFT(高速フーリエ変換)部46、位相決定部48を有する。周波数シフト部44および複素FFT(高速フーリエ変換)部46は、第一の実施形態と同様であり説明を省略する。

【0086】

位相決定部48は、まず、図12(a)を参照して、 $\theta 1$ および $\theta 2$ を決定する。このとき、ローカル周波数設定部36が設定するローカル周波数 ω_c を、 ω_0 とする(図10の(1)参照)。

【0087】

このような場合、ローカル周波数 ω_c を中心として、 $-\omega_1$ から $+\omega_1$ までの帯域を測定できればよい。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域 BW は、 $BW > \omega_1 - (-\omega_1) = 2\omega_1 = \omega_{sep}$ であればよい。

【0088】

次に、図12(b)を参照して、 $\theta 2$ 、 $\theta 4$ および $\theta 6$ を決定する(図10の(2)参照)。このとき、ローカル周波数設定部36が設定するローカル周波数 ω_c を、 $\omega_0 - 1.5\omega_{sep}$ とする。

【0089】

このような場合、ローカル周波数 ω_c を中心として、 $-5\omega_1$ から $-\omega_1$ までの帯域を測定できればよい。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域 BW は、 $BW > -5\omega_1 - (-\omega_1) = 4\omega_1 = 2\omega_{sep}$ であればよい。

【0090】

最後に、図12(c)を参照して、 $\theta 1$ 、 $\theta 3$ および $\theta 5$ を決定する(図10の(3)参照)。このとき、ローカル周波数設定部36が設定するローカル周波数 ωc を、 $\omega 0 + 1.5\omega_{sep}$ とする。

【0091】

このような場合、ローカル周波数 ωc を中心として、 $+\omega 1$ から $+5\omega 1$ までの帯域を測定できればよい。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域BWは、 $BW > +5\omega 1 - \omega 1 = 4\omega 1 = 2\omega_{sep}$ であればよい。

【0092】

なお、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ および $\theta 6$ をまとめて計測する場合は、 $-5\omega 1$ から $+5\omega 1$ までの帯域を測定できる必要がある。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域BWは、 $BW > +5\omega 1 - (-5\omega 1) = 10\omega 1 = 5\omega_{sep}$ となる。

【0093】

よって、第二の実施形態のように、 $\theta 1$ および $\theta 2$ を決定し、次に $\theta 2$ 、 $\theta 4$ および $\theta 6$ を決定し、最後に、 $\theta 1$ 、 $\theta 3$ および $\theta 5$ を決定するようにすれば、 $BW > 2\omega_{sep}$ でよいので、BWが一定とすれば、 ω_{sep} をより大きくとることができる。

【0094】

図1に戻り、一致時間・位相測定部50は、位相取得部40の取得結果に基づき、入力周波数成分 $+\omega 1$ の位相 $\theta 1$ と、入力周波数成分 $-\omega 1$ の位相 $\theta 2$ とが最初に一致する一致時間 Δt およびその時の位相 $\theta 1(\Delta t)$ ($=\theta 2(\Delta t)$)を測定する。

【0095】

図11は、一致時間・位相測定部50の構成を示す機能ブロック図である。一致時間・位相測定部50は、一致位相測定部52、一致時間測定部54を有する。

【0096】

一致位相測定部52は、ローカル周波数 $\omega c = \omega 0$ とした場合の、入力周波数成分 $+\omega 1$ の位相 $\theta 1$ と、入力周波数成分 $-\omega 1$ の位相 $\theta 2$ とが一致したときの一致位相 $\theta 1(\Delta t)$ を測定する。

【0097】

一致時間測定部54は、ローカル周波数 ωc を $\omega 0 - 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 2$ が $\theta 1(\Delta t)$ と一致する時刻 $\Delta t 2$ およびローカル周波数 ωc を $\omega 0 + 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 1$ が $\theta 1(\Delta t)$ と一致する時刻 $\Delta t 3$ を測定する。

【0098】

歪み成分位相測定部60は、位相取得部40の取得結果に基づき、一致時間 $\Delta t 2$ 、 $\Delta t 3$ における歪み成分 $+3\omega 1$ の位相 $\theta 3(\Delta t 3)$ などを測定する。一致時間 $\Delta t 2$ 、 $\Delta t 3$ は、一致時間・位相測定部50から取得する。なお、他の歪み成分(例えば、 $-3\omega 1$ 、 $\pm 5\omega 1$)の位相 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ 、 $\theta 6$ も同様に取得する。

【0099】

すなわち、ローカル周波数 ωc を $\omega 0 - 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 2$ が $\theta 1(\Delta t)$ と一致する時刻 $\Delta t 2$ (この時刻において、 $\theta 2$ が $\theta 1$ と一致する)における歪み成分 $-3\omega 1$ 、 $-5\omega 1$ の位相 $\theta 4$ 、 $\theta 6$ を測定する。さらに、ローカル周波数 ωc を $\omega 0 + 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 1$ が $\theta 1(\Delta t)$ と一致する時刻 $\Delta t 3$ (この時刻において、 $\theta 2$ が $\theta 1$ と一致する)における歪み成分 $+3\omega 1$ 、 $+5\omega 1$ の位相 $\theta 3$ 、 $\theta 5$ を測定する。

【0100】

歪み位相の測定法の詳細は第一の実施形態と同様であるため、説明を省略する。

【0101】

表示部70は、一致時間・位相測定部50の測定結果 $\theta 1(\Delta t)$ および歪み成分位相測定部60の測定結果 $\theta 3(\Delta t 3)$ 等を表示する。表示部70の表示態様は第一の実施形態と同様である。

【0102】

次に、第二の実施形態の動作を説明する。

【0103】

まず、第一発振器12から出力された周波数 $\omega 10$ の信号と、第二発振器14から出力された周波数 $\omega 20$ の信号とが、加算器16により加算され、入力信号として増幅器20に与えられる。入力信号の周波数スペクトルは図2(a)に示すようなものである。

【0104】

入力信号は増幅器20により増幅される。ただし、増幅器20は非線形回路の一種であり、周波数 $\omega 10$ および周波数 $\omega 20$ の成分のみならず、歪み成分(周波数 $\omega 30$ および周波数 $\omega 40$ の成分など)も出力されてしまう(図2(b)参照)。

【0105】

増幅器20の出力は位相測定装置1に与えられる。位相測定装置1は、増幅器20の出力を測定するためのものである。

【0106】

まず、増幅器20の出力は、乗算器34a、34bにより、ローカル周波数 ωc によって直交変換される。ローカル周波数設定部36が、ローカル周波数 ωc を、 $\omega 0$ とする。ついで、ローカル周波数設定部36が、ローカル周波数 ωc を、 $\omega 0 - 1.5\omega_{sep}$ とする。最後に、ローカル周波数設定部36が、ローカル周波数 ωc を、 $\omega 0 + 1.5\omega_{sep}$ とする。

【0107】

乗算器34aおよび乗算器34bの出力は、複素FFT部46に与えられる。複素FFT部46は複素高速フーリエ変換を行い、入力周波数成分($\pm\omega 1$)および歪み成分($\pm 3\omega 1$ など)の複素ベクトルを得る。位相決定部48は、複素ベクトルを受け、各成分の位相を決定する。

【0108】

位相決定部48の出力の内、入力周波数成分 $+\omega 1$ の位相 $\theta 1$ および入力周波数成分 $-\omega 1$ の位相 $\theta 2$ を受けて、一致時間・位相測定部50が、 $\theta 1$ と $\theta 2$ とが最初に一致する一致時間 Δt およびその時の位相 $\theta 1(\Delta t)$ ($=\theta 2(\Delta t)$)を測定する。

【0109】

位相決定部48の出力の内、歪み成分 $+3\omega 1$ の位相 $\theta 3$ などを受け、さらに、一致時間・位相測定部50から一致時間 $\Delta t 2$ 、 $\Delta t 3$ を受け、歪み成分位相測定部60が、一致時間 $\Delta t 2$ 、 $\Delta t 3$ における歪み成分 $+3\omega 1$ の位相 $\theta 3(\Delta t 3)$ などを測定する。

【0110】

表示部70は、一致時間・位相測定部50の測定結果 $\theta 1(\Delta t)$ および歪み成分位相測定部60の測定結果 $\theta 3(\Delta t 3)$ などを表示する。

【0111】

第二の実施形態によれば、第一の実施形態と同様な効果を奏する。

【0112】

さらに、第二の実施形態によれば、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域 $BW > 2\omega_{sep}$ でよいので、 BW が一定とすれば、 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ および $\theta 6$ をまとめて計測する場合($BW > 5\omega_{sep}$)と比べて、 ω_{sep} をより大きくとることができる。

【0113】

第三の実施形態

第三の実施形態は、第二の実施形態において、ローカル周波数設定部36がローカル周波数 ωc を $\omega 0$ から $\omega 0 - 1.5\omega_{sep}$ ($\omega 0 + 1.5\omega_{sep}$)に変更した場合に、 $\theta 1$ および $\theta 2$ が再現できるように、共通参照信号源80、位相変化量取得部90および歪み成分位相補正部92を設けたものである。

【0114】

図13は、第三の実施形態にかかる増幅器測定システムの構成を示すブロック図である。増幅器測定システムは、入力信号生成部10、増幅器(測定対象回路)20、A/D変換器32、乗算器34a、34b、ローカル周波数設定部36、90度移相器38、位相取得部40、一致時間・位相測定部50、歪み成分位相測定部60、表示部70、共通参照信号源80、位相変化量取得部90および歪み成分位相補正部92を備える。以下、第二の実施形態と同様な部分は同じ番号を付して説明を省略する。

【0115】

入力信号生成部10、増幅器(測定対象回路)20、A/D変換器32、乗算器34a、34b、ローカル周波数設定部36、90度移相器38、位相取得部40、一致時間・位相測定部50、歪み成分位相測定部60および表示部70は、第二の実施形態と同様であり説明を省略する。ただし、一致時間・位相測定部50の一致時間測定部54については、後述する。

【0116】

共通参照信号源80は、入力信号生成部10およびA/D変換器32に共通する共通参照信号を与える。入力信号生成部10は、共通参照信号に基づき、入力信号の生成タイミングを決定する。A/D変換器32は、共通参照信号に基づき、サンプリングクロックおよびトリガ信号の生成タイミングを決定する。なお、トリガ信号の生成タイミングは、入力信号の一周期の整数倍と同じ周期となるようにする。

【0117】

位相変化量取得部90は、位相取得部40が位相を取得する成分を変更する度に、その変更により変化した入力周波数成分の最高周波数成分 $\theta 1$ または最低周波数成分 $\theta 2$ の位相変化量を取得する。

【0118】

具体的には、位相取得部40が位相を取得する成分を $\theta 1$ および $\theta 2$ とした場合に、 $\theta 1(0)$ および $\theta 2(0)$ を位相取得部40から取得する。

【0119】

そして、位相取得部40が位相を取得する成分を $\theta 2$ 、 $\theta 4$ および $\theta 6$ に変更した場合に、 $\theta 2(T1)$ を位相取得部40から取得する。ただし、 $T1$ は、 $\theta 2(T1) = \theta 2(0)$ となるような値($T1 = 2n\pi/\omega 1$ 、 n は正の整数)である。しかし、位相取得部40が位相を取得する成分を変更すると誤差が生じてしまい、 $\theta 2(T1) = \theta 2(0)$ とならない。誤差を $\Delta\theta 2$ とすると、 $\theta 2(T1) = \theta 2(0) + \Delta\theta 2$ となる。そこで、 $\Delta\theta 2 = \theta 2(T1) - \theta 2(0)$ として $\Delta\theta 2$ を求め、一致時間測定部54および歪み成分位相補正部92に与える。

【0120】

さらに、位相取得部40が位相を取得する成分を $\theta 1$ 、 $\theta 3$ および $\theta 5$ に変更した場合に、 $\theta 1(T2)$ を位相取得部40から取得する。ただし、 $T2$ は、 $\theta 1(T2) = \theta 1(0)$ となるような値($T2 = 2n\pi/\omega 1$ 、 n は正の整数)である。しかし、位相取得部40が位相を取得する成分を変更すると誤差が生じてしまい、 $\theta 1(T2) = \theta 1(0)$ とならない。誤差を $\Delta\theta 1$ とすると、 $\theta 1(T2) = \theta 1(0) + \Delta\theta 1$ となる。そこで、 $\Delta\theta 1 = \theta 1(T2) - \theta 1(0)$ として $\Delta\theta 1$ を求め、一致時間測定部54および歪み成分位相補正部92に与える。

【0121】

一致時間測定部54は、位相変化量取得部90から誤差 $\Delta\theta 1$ 、 $\Delta\theta 2$ を得て、ローカル周波数 ωc を $\omega 0 - 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 2$ およびローカル周波数 ωc を $\omega 0 + 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 1$ を補正する。すなわち、誤差 $\Delta\theta 2$ 、 $\Delta\theta 1$ を減じる。そして、誤差 $\Delta\theta 2$ 、 $\Delta\theta 1$ を減じた $\theta 2$ 、 $\theta 1$ が、 $\theta 1(\Delta t)$ と一致する時刻 Δt を測定する。

【0122】

歪み成分位相補正部92は、位相決定部48から $\theta 4$ および $\theta 6$ 、 $\theta 3$ および $\theta 5$ を受ける。そして、 $\theta 4$ および $\theta 6$ からは誤差 $\Delta\theta 2$ を減じ、 $\theta 3$ および $\theta 5$ からは誤差 $\Delta\theta 1$ を減じて、歪み成分位相測定部60に与える。

【0123】

次に、第三の実施形態の動作を説明する。

【0124】

まず、第一発振器12から出力された周波数 $\omega 10$ の信号と、第二発振器14から出力された周波数 $\omega 20$ の信号とが、加算器16により加算され、入力信号として増幅器20

に与えられる。入力信号の周波数スペクトルは図 2 (a) に示すようなものである。

【0125】

入力信号は増幅器 20 により増幅される。ただし、増幅器 20 は非線形回路の一種であり、周波数 $\omega 10$ および周波数 $\omega 20$ の成分のみならず、歪み成分（周波数 $\omega 30$ および周波数 $\omega 40$ の成分など）も出力されてしまう（図 2 (b) 参照）。

【0126】

増幅器 20 の出力は位相測定装置 1 に与えられる。位相測定装置 1 は、増幅器 20 の出力を測定するためのものである。

【0127】

まず、増幅器 20 の出力は、乗算器 34 a、34 b により、ローカル周波数 ωc によって直交変換される。ローカル周波数設定部 36 が、ローカル周波数 ωc を、 $\omega 0$ とする。ついで、ローカル周波数設定部 36 が、ローカル周波数 ωc を、 $\omega 0 - 1.5\omega_{sep}$ とする。最後に、ローカル周波数設定部 36 が、ローカル周波数 ωc を、 $\omega 0 + 1.5\omega_{sep}$ とする。

【0128】

乗算器 34 a および乗算器 34 b の出力は、複素 FFT 部 46 に与えられる。複素 FFT 部 46 は複素高速フーリエ変換を行い、入力周波数成分 ($\pm \omega 1$) および歪み成分 ($+3\omega 1$ など) の複素ベクトルを得る。位相決定部 48 は、複素ベクトルを受け、各成分の位相を決定する。

【0129】

位相変化量取得部 90 は、位相決定部 48 から $\theta 1(0)$ 、 $\theta 2(0)$ 、 $\theta 2(T1)$ および $\theta 1(T2)$ を取得する。そして、誤差 $\Delta \theta 2 = \theta 2(T1) - \theta 2(0)$ として $\Delta \theta 2$ を求め、誤差 $\Delta \theta 1 = \theta 1(T2) - \theta 1(0)$ として $\Delta \theta 1$ を求める。誤差 $\Delta \theta 1$ 、 $\Delta \theta 2$ は一致時間測定部 54 に与えられる。

【0130】

位相決定部 48 の出力の内、入力周波数成分 $+\omega 1$ の位相 $\theta 1$ および入力周波数成分 $-\omega 1$ の位相 $\theta 2$ を受けて、一致時間・位相測定部 50 が、 $\theta 1$ と $\theta 2$ とが最初に一致する一致時間 Δt およびその時の位相 $\theta 1(\Delta t)$ ($=\theta 2(\Delta t)$) を測定する。なお、一致時間測定部 54 は、位相変化量取得部 90 から与えられた誤差 $\Delta \theta 1$ 、 $\Delta \theta 2$ により、ローカル周波数 ωc を $\omega 0 - 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 2$ およびローカル周波数 ωc を $\omega 0 + 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 1$ を補正する。すなわち、誤差 $\Delta \theta 2$ 、 $\Delta \theta 1$ を減じる。

【0131】

位相決定部 48 の出力の内、歪み成分 $+3\omega 1$ の位相 $\theta 3$ などを歪み成分位相補正部 92 が受ける。歪み成分位相補正部 92 には、位相変化量取得部 90 から誤差 $\Delta \theta 1$ 、 $\Delta \theta 2$ が与えられる。歪み成分位相補正部 92 は、 $\theta 4$ および $\theta 6$ からは誤差 $\Delta \theta 2$ を減じ、 $\theta 3$ および $\theta 5$ からは誤差 $\Delta \theta 1$ を減じて、歪み成分位相測定部 60 に与える。

【0132】

さらに、歪み成分位相測定部 60 が、一致時間・位相測定部 50 から一致時間 Δt を受け、一致時間 Δt における歪み成分 $+3\omega 1$ の位相 $\theta 3(\Delta t)$ などを測定する。

【0133】

表示部 70 は、一致時間・位相測定部 50 の測定結果 $\theta 1(\Delta t)$ および歪み成分位相測定部 60 の測定結果 $\theta 3(\Delta t)$ などを表示する。

【0134】

第三の実施形態によれば、第二の実施形態と同様な効果を奏する。

【0135】

さらに、第三の実施形態によれば、共通参照信号源 80 により、位相取得部 40 が位相を取得する成分を変更する度に、その変更により変化した入力周波数成分の最高周波数成分 $\theta 1$ または最低周波数成分 $\theta 2$ の位相変化量（誤差 $\Delta \theta 1$ 、 $\Delta \theta 2$ ）を少なくすることができる。

【0136】

さらに、位相変化量取得部 90 により、位相取得部 40 が位相を取得する成分を変更す

る度に、その変更により変化した入力周波数成分の最高周波数成分 $\theta 1$ または最低周波数成分 $\theta 2$ の位相変化量（誤差 $\Delta \theta 1$ 、 $\Delta \theta 2$ ）を取得できる。取得された誤差 $\Delta \theta 1$ 、 $\Delta \theta 2$ は、一致時間測定部 54 および歪み成分位相補正部 92 により用いられ、ローカル周波数 ωc を $\omega 0 - 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 2$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 6$ およびローカル周波数 ωc を $\omega 0 + 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 1$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 5$ を補正できる。よって、誤差 $\Delta \theta 1$ 、 $\Delta \theta 2$ により歪み成分の位相の測定に誤差を生じない。

【0137】

第四の実施形態

第四の実施形態は、第三の実施形態を、7 次以上の歪みの位相を測定できるように改良したものである。

【0138】

図 14 は、第四の実施形態にかかる増幅器測定システムの構成を示すブロック図である。増幅器測定システムは、入力信号生成部 10、増幅器（測定対象回路）20、A/D 変換器 32、乗算器 34a、34b、ローカル周波数設定部 36、90 度移相器 38、位相取得部 40、一致時間・位相測定部 50、歪み成分位相測定部 60、表示部 70、共通参照信号源 80、位相変化量取得部 90 および歪み成分位相補正部 92 を備える。以下、第三の実施形態と同様な部分は同じ番号を付して説明を省略する。

【0139】

入力信号生成部 10、増幅器（測定対象回路）20、A/D 変換器 32 および乗算器 34a、34b は、第三の実施形態と同様であり説明を省略する。

【0140】

ローカル周波数設定部 36 は、直交変換のためのローカル周波数 ωc を設定する。ローカル周波数 ωc の設定法を図 15 および図 16 に示す。なお、 $\omega 1 - (-\omega 1) = 2\omega 1 = \omega_{sep}$ とする。

【0141】

まず、図 15 (a) に示すように、ローカル周波数 $\omega c = \omega 0$ とする。次に、図 15 (b) に示すように、ローカル周波数 $\omega c = \omega 0 - 1.5\omega_{sep}$ とする。これは、 $\omega 0 = 0$ とすれば、 $\omega c = (-\omega 1 + (-5\omega 1)) / 2 = -3\omega 1$ と同じことである。そして、図 15 (c) に示すように、ローカル周波数 $\omega c = \omega 0 - 2.5\omega_{sep}$ とする。これは、 $\omega 0 = 0$ とすれば、 $\omega c = ((-3\omega 1) + (-7\omega 1)) / 2 = -5\omega 1$ と同じことである。

【0142】

さらに、図 16 (a) に示すように、ローカル周波数 $\omega c = \omega 0 + 1.5\omega_{sep}$ とする。これは、 $\omega 0 = 0$ とすれば、 $\omega c = (\omega 1 + 5\omega 1) / 2 = 3\omega 1$ と同じことである。最後に、図 16 (b) に示すように、ローカル周波数 $\omega c = \omega 0 + 2.5\omega_{sep}$ とする。これは、 $\omega 0 = 0$ とすれば、 $\omega c = (3\omega 1 + 7\omega 1) / 2 = 5\omega 1$ と同じことである。

【0143】

なお、ローカル周波数 ωc は、位相決定部 48 が位相取得の対象とする信号の周波数の最高値と最低値との平均となる。例えば、図 16 (b) を参照すると、 $\theta 3$ 、 $\theta 5$ および $\theta 7$ を取得することとなる。このとき、ローカル周波数設定部 36 が設定するローカル周波数 ωc は、位相決定部 48 が位相取得の対象とする信号の周波数の最高値 $7\omega 1$ と最低値 $3\omega 1$ との平均 $5\omega 1$ となる。

【0144】

位相取得部 40 は、乗算器 34a、34b の出力における入力周波数成分 ($\pm\omega 1$) および歪み成分 ($+3\omega 1$ など) の位相を取得する。位相取得部 40 の構成は、第一の実施形態と同様である（図 4 参照）。位相取得部 40 は、周波数シフト部 44、複素 FFT（高速フーリエ変換）部 46、位相決定部 48 を有する。周波数シフト部 44 および複素 FFT（高速フーリエ変換）部 46 は、第一の実施形態と同様であり説明を省略する。

【0145】

位相決定部 48 は、まず、図 15 (a) を参照して、 $\theta 1$ および $\theta 2$ を決定する。このとき、ローカル周波数設定部 36 が設定するローカル周波数 ωc を、 $\omega 0$ とする。

【0146】

このような場合、ローカル周波数 ω_c を中心として、 $-\omega_1$ から $+\omega_1$ までの帯域を測定できればよい。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域BWは、 $BW > +\omega_1 - (-\omega_1) = 2\omega_1 = \omega_{sep}$ であればよい。

【0147】

次に、図15(b)を参照して、 θ_2 、 θ_4 および θ_6 を決定する。このとき、ローカル周波数設定部36が設定するローカル周波数 ω_c を、 $\omega_0 - 1.5\omega_{sep}$ とする。

【0148】

このような場合、ローカル周波数 ω_c を中心として、 $-5\omega_1$ から $-\omega_1$ までの帯域を測定できればよい。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域BWは、 $BW > -5\omega_1 - (-\omega_1) = 4\omega_1 = 2\omega_{sep}$ であればよい。

【0149】

そして、図15(c)を参照して、 θ_4 、 θ_6 および θ_8 を決定する。このとき、ローカル周波数設定部36が設定するローカル周波数 ω_c を、 $\omega_0 - 2.5\omega_{sep}$ とする。

【0150】

このような場合、ローカル周波数 ω_c を中心として、 $-7\omega_1$ から $-3\omega_1$ までの帯域を測定できればよい。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域BWは、 $BW > -7\omega_1 - (-3\omega_1) = 4\omega_1 = 2\omega_{sep}$ であればよい。

【0151】

さらに、図16(a)を参照して、 θ_1 、 θ_3 および θ_5 を決定する。このとき、ローカル周波数設定部36が設定するローカル周波数 ω_c を、 $\omega_0 + 1.5\omega_{sep}$ とする。

【0152】

このような場合、ローカル周波数 ω_c を中心として、 $+\omega_1$ から $+5\omega_1$ までの帯域を測定できればよい。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域BWは、 $BW > +5\omega_1 - \omega_1 = 4\omega_1 = 2\omega_{sep}$ であればよい。

【0153】

最後に、図16(b)を参照して、 θ_3 、 θ_5 および θ_7 を決定する。このとき、ローカル周波数設定部36が設定するローカル周波数 ω_c を、 $\omega_0 + 2.5\omega_{sep}$ とする。

【0154】

このような場合、ローカル周波数 ω_c を中心として、 $+3\omega_1$ から $+7\omega_1$ までの帯域を測定できればよい。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域BWは、 $BW > +7\omega_1 - 3\omega_1 = 4\omega_1 = 2\omega_{sep}$ であればよい。

【0155】

なお、 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 、 θ_4 、 θ_5 、 θ_6 、 θ_7 および θ_8 をまとめて計測する場合は、 $-7\omega_1$ から $+7\omega_1$ までの帯域を測定できる必要がある。よって、A/D変換器32が対応可能な周波数帯域BWは、 $BW > +7\omega_1 - (-7\omega_1) = 14\omega_1 = 7\omega_{sep}$ となる。

【0156】

よって、第四の実施形態のように、 θ_1 および θ_2 を決定し、 θ_2 、 θ_4 、 θ_6 を決定し、 θ_4 、 θ_6 、 θ_8 を決定し、 θ_1 、 θ_3 、 θ_5 を決定し、最後に、 θ_3 、 θ_5 、 θ_7 を決定するようにすれば、 $BW > 2\omega_{sep}$ でよいので、BWが一定とすれば、 ω_{sep} をより大きくとることができる。

【0157】

90度移相器38、位相取得部40、一致時間・位相測定部50、歪み成分位相測定部60、表示部70および共通参照信号源80は、第三の実施形態と同様であり説明を省略する。ただし、一致時間・位相測定部50の一致時間測定部54については、後述する。

【0158】

位相変化量取得部90は、位相取得部40が位相を取得する成分を θ_2 、 θ_4 、 θ_6 に、あるいは θ_1 、 θ_3 、 θ_5 に変更するときに、その変更により変化した入力周波数成分の最高周波数成分 θ_1 または最低周波数成分 θ_2 の位相変化量を取得する。これは、第三

の実施形態と同様である。

【0159】

さらに、位相変化量取得部90は、位相取得部40が位相を取得する成分を $\theta 4$ 、 $\theta 6$ 、 $\theta 8$ に変更するときに、その変更により変化した歪み成分の位相 $\theta 4$ の位相変化量を取得する。

【0160】

具体的には、位相取得部40が位相を取得する成分を $\theta 2$ 、 $\theta 4$ 、 $\theta 6$ とした場合に、 $\theta 4$ (T1) を位相取得部40から取得する。

【0161】

そして、位相取得部40が位相を取得する成分を $\theta 4$ 、 $\theta 6$ および $\theta 8$ に変更した場合に、 $\theta 4$ (T3) を位相取得部40から取得する。ただし、T3は、 $\theta 4$ (T1) = $\theta 4$ (T3) となるような値である。しかし、位相取得部40が位相を取得する成分を変更すると誤差が生じてしまい、 $\theta 4$ (T1) = $\theta 4$ (T3) とならない。誤差を $\Delta \theta 4$ とすると、 $\theta 4$ (T3) = $\theta 4$ (T1) + $\Delta \theta 4$ となる。そこで、 $\Delta \theta 4 = \theta 4$ (T3) - $\theta 4$ (T1) として $\Delta \theta 4$ を求め、一致時間測定部54および歪み成分位相補正部92に与える。

【0162】

しかも、位相変化量取得部90は、位相取得部40が位相を取得する成分を $\theta 3$ 、 $\theta 5$ 、 $\theta 7$ に変更するときに、その変更により変化した歪み成分の位相 $\theta 3$ の位相変化量を取得する。

【0163】

具体的には、位相取得部40が位相を取得する成分を $\theta 1$ 、 $\theta 3$ 、 $\theta 5$ とした場合に、 $\theta 3$ (T2) を位相取得部40から取得する。

【0164】

そして、位相取得部40が位相を取得する成分を $\theta 3$ 、 $\theta 5$ および $\theta 7$ に変更した場合に、 $\theta 3$ (T4) を位相取得部40から取得する。ただし、T4は、 $\theta 3$ (T4) = $\theta 3$ (T2) となるような値である。しかし、位相取得部40が位相を取得する成分を変更すると誤差が生じてしまい、 $\theta 3$ (T4) = $\theta 3$ (T2) とならない。誤差を $\Delta \theta 3$ とすると、 $\theta 3$ (T4) = $\theta 3$ (T2) + $\Delta \theta 3$ となる。そこで、 $\Delta \theta 3 = \theta 3$ (T4) - $\theta 3$ (T2) として $\Delta \theta 3$ を求め、一致時間測定部54および歪み成分位相補正部92に与える。

【0165】

一致時間測定部54は、位相変化量取得部90から誤差 $\Delta \theta 1$ 、 $\Delta \theta 2$ を得て、ローカル周波数 ωc を $\omega 0 - 1.5 \omega_{sep}$ としたときの $\theta 2$ およびローカル周波数 ωc を $\omega 0 + 1.5 \omega_{sep}$ としたときの $\theta 1$ を補正する。すなわち、誤差 $\Delta \theta 2$ 、 $\Delta \theta 1$ を減じる。そして、誤差 $\Delta \theta 2$ 、 $\Delta \theta 1$ を減じた $\theta 2$ 、 $\theta 1$ が、 $\theta 1$ (Δt) と一致する時刻 Δt を測定する。

【0166】

さらに、一致時間測定部54は、位相変化量取得部90から誤差 $\Delta \theta 3$ 、 $\Delta \theta 4$ を得て、ローカル周波数 ωc を $\omega 0 - 2.5 \omega_{sep}$ としたときの $\theta 4$ およびローカル周波数 ωc を $\omega 0 + 2.5 \omega_{sep}$ としたときの $\theta 3$ を補正する。すなわち、誤差 $\Delta \theta 4$ 、 $\Delta \theta 3$ を減じる。また、一致時間測定部54は、歪み成分位相測定部60から、一致時間 Δt における位相 $\theta 4$ 、 $\theta 3$ を取得する。

【0167】

そして、一致時間測定部54は、一致時間 Δt における位相 $\theta 4$ に、ローカル周波数 ωc を $\omega 0 - 2.5 \omega_{sep}$ としたときの $\theta 4$ から誤差 $\Delta \theta 4$ を減じた値が一致する時刻 Δt を測定する。さらに、一致時間測定部54は、一致時間 Δt における位相 $\theta 3$ に、ローカル周波数 ωc を $\omega 0 + 2.5 \omega_{sep}$ としたときの $\theta 3$ から誤差 $\Delta \theta 3$ を減じた値が一致する時刻 Δt を測定する。

【0168】

歪み成分位相補正部 92 は、位相決定部 48 から $\theta 4$ および $\theta 6$ 、 $\theta 3$ および $\theta 5$ を受ける。そして、 $\theta 4$ および $\theta 6$ からは誤差 $\Delta \theta 2$ を減じ、 $\theta 3$ および $\theta 5$ からは誤差 $\Delta \theta 1$ を減じて、歪み成分位相測定部 60 に与える。

【0169】

さらに、歪み成分位相補正部 92 は、位相決定部 48 から $\theta 4$ 、 $\theta 6$ 、 $\theta 8$ および $\theta 3$ 、 $\theta 5$ 、 $\theta 7$ を受ける。そして、 $\theta 4$ 、 $\theta 6$ および $\theta 8$ からは誤差 $\Delta \theta 4$ を減じ、 $\theta 3$ 、 $\theta 5$ および $\theta 7$ からは誤差 $\Delta \theta 3$ を減じて、歪み成分位相測定部 60 に与える。

【0170】

歪み成分位相測定部 60 は、位相取得部 40 の取得結果に基づき、一致時間 Δt における歪み成分の位相 $\theta 4$ 、 $\theta 6$ 、 $\theta 8$ および $\theta 3$ 、 $\theta 5$ 、 $\theta 7$ を測定する。

【0171】

次に、第四の実施形態の動作を説明する。

【0172】

まず、第一発振器 12 から出力された周波数 $\omega 10$ の信号と、第二発振器 14 から出力された周波数 $\omega 20$ の信号とが、加算器 16 により加算され、入力信号として増幅器 20 に与えられる。入力信号の周波数スペクトルは図 2 (a) に示すようなものである。

【0173】

入力信号は増幅器 20 により増幅される。ただし、増幅器 20 は非線形回路の一種であり、周波数 $\omega 10$ および周波数 $\omega 20$ の成分のみならず、歪み成分（周波数 $\omega 30$ および周波数 $\omega 40$ の成分など）も出力されてしまう（図 2 (b) 参照）。

【0174】

増幅器 20 の出力は位相測定装置 1 に与えられる。位相測定装置 1 は、増幅器 20 の出力を測定するためのものである。

【0175】

まず、増幅器 20 の出力は、乗算器 34 a、34 b により、ローカル周波数 ωc によって直交変換される。ローカル周波数設定部 36 が、ローカル周波数 ωc を、 $\omega 0$ とする。ついで、ローカル周波数設定部 36 が、ローカル周波数 ωc を、 $\omega 0 - 1.5\omega_{sep}$ 、ついで $\omega 0 - 2.5\omega_{sep}$ とする。そして、ローカル周波数設定部 36 が、ローカル周波数 ωc を、 $\omega 0 + 1.5\omega_{sep}$ とし、最後に $\omega 0 + 2.5\omega_{sep}$ とする。

【0176】

乗算器 34 a および乗算器 34 b の出力は、複素 FFT 部 46 に与えられる。複素 FFT 部 46 は複素高速フーリエ変換を行い、入力周波数成分 ($\pm \omega 1$) および歪み成分 ($\pm 3\omega 1$ など) の複素ベクトルを得る。位相決定部 48 は、複素ベクトルを受け、各成分の位相を決定する。

【0177】

位相変化量取得部 90 は、位相決定部 48 から $\theta 1(0)$ 、 $\theta 2(0)$ 、 $\theta 2(T1)$ および $\theta 1(T2)$ を取得する。そして、誤差 $\Delta \theta 2 = \theta 2(T1) - \theta 2(0)$ として $\Delta \theta 2$ を求め、誤差 $\Delta \theta 1 = \theta 1(T2) - \theta 1(0)$ として $\Delta \theta 1$ を求める。誤差 $\Delta \theta 1$ 、 $\Delta \theta 2$ は一致時間測定部 54 に与えられる。

【0178】

あるいは、位相変化量取得部 90 は、誤差 $\Delta \theta 3$ 、 $\Delta \theta 4$ を求めて、一致時間測定部 54 に与える。

【0179】

位相決定部 48 の出力の内、入力周波数成分 $+\omega 1$ の位相 $\theta 1$ および入力周波数成分 $-\omega 1$ の位相 $\theta 2$ を受けて、一致時間・位相測定部 50 が、 $\theta 1$ と $\theta 2$ とが最初に一致する一致時間 Δt およびその時の位相 $\theta 1(\Delta t)$ ($=\theta 2(\Delta t)$) を測定する。

【0180】

なお、一致時間測定部 54 は、位相変化量取得部 90 から与えられた誤差 $\Delta \theta 1$ 、 $\Delta \theta 2$ により、ローカル周波数 ωc を $\omega 0 - 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 2$ およびローカル周波数 ωc を $\omega 0 + 1.5\omega_{sep}$ としたときの $\theta 1$ を補正する。すなわち、誤差 $\Delta \theta 2$ 、 $\Delta \theta 1$ を減

じる。

【0181】

そして、一致時間測定部54は、一致時間 Δt における位相 θ_4 に、ローカル周波数 ω_c を $\omega_0 - 2.5\omega_{sep}$ としたときの θ_4 から誤差 $\Delta\theta_4$ を減じた値が一致する時刻 Δt を測定する。さらに、一致時間測定部54は、一致時間 Δt における位相 θ_3 に、ローカル周波数 ω_c を $\omega_0 + 2.5\omega_{sep}$ としたときの θ_3 から誤差 $\Delta\theta_3$ を減じた値が一致する時刻 Δt を測定する。

【0182】

位相決定部48の出力の内、歪み成分 $+3\omega_1$ の位相 θ_3 などを歪み成分位相補正部92が受ける。歪み成分位相補正部92には、位相変化量取得部90から誤差 $\Delta\theta_1$ 、 $\Delta\theta_2$ が与えられる。歪み成分位相補正部92は、 θ_4 および θ_6 からは誤差 $\Delta\theta_2$ を減じ(θ_2 、 θ_4 、 θ_6 を測定する場合)、 θ_3 および θ_5 からは誤差 $\Delta\theta_1$ を減じて(θ_1 、 θ_3 、 θ_5 を測定する場合)、歪み成分位相測定部60に与える。あるいは、歪み成分位相補正部92は、 θ_4 、 θ_6 および θ_8 からは誤差 $\Delta\theta_4$ を減じ(θ_4 、 θ_6 および θ_8 を測定する場合)、 θ_3 、 θ_5 および θ_7 からは誤差 $\Delta\theta_3$ を減じて(θ_3 、 θ_5 および θ_7 を測定する場合)、歪み成分位相測定部60に与える。

【0183】

さらに、歪み成分位相測定部60が、一致時間・位相測定部50から一致時間 Δt を受け、一致時間 Δt における歪み成分 $+3\omega_1$ の位相 θ_3 (Δt)などを測定する。

【0184】

表示部70は、一致時間・位相測定部50の測定結果 θ_1 (Δt)および歪み成分位相測定部60の測定結果 θ_3 (Δt)などを表示する。

【0185】

第四の実施形態によれば、第三の実施形態と同様な効果を奏する。

【0186】

さらに、第四の実施形態によれば、7次歪みの位相(θ_7 、 θ_8)を計測することも可能である。なお、第四の実施形態によれば、7次以上の歪み(例えば、9次、11次など)の位相の計測も同様に行える。以下に、9次歪み成分および11次歪み成分の位相の計測を例にとって説明する。

【0187】

9次歪みの高周波歪み成分の位相 θ_9 、11次歪みの高周波歪み成分の位相 θ_{11} とする。7次歪みの高周波歪み成分の位相 θ_7 は、 θ_3 、 θ_5 および θ_7 の測定結果に基づき決定される(図16(b)参照)。これと同様に、位相 θ_9 は、 θ_5 、 θ_7 および θ_9 の測定結果に基づき決定され、位相 θ_{11} は、 θ_7 、 θ_9 および θ_{11} の測定結果に基づき決定される。

【0188】

また、9次歪みの低周波歪み成分の位相 θ_{10} 、11次歪みの低周波歪み成分の位相 θ_{12} とする。7次歪みの低周波歪み成分の位相 θ_8 は、 θ_4 、 θ_6 および θ_8 の測定結果に基づき決定される(図15(c)参照)。これと同様に、位相 θ_{10} は、 θ_6 、 θ_8 および θ_{10} の測定結果に基づき決定され、位相 θ_{12} は、 θ_8 、 θ_{10} および θ_{12} の測定結果に基づき決定される。

【0189】

また、上記の実施形態は、以下のようにして実現できる。CPU、ハードディスク、メディア(フロッピー(登録商標)ディスク、CD-ROMなど)読み取り装置を備えたコンピュータのメディア読み取り装置に、上記の各部分(例えば一致時間・位相測定部50および歪み成分位相測定部60)を実現するプログラムを記録したメディアを読み取らせて、ハードディスクにインストールする。このような方法でも、上記の実施形態を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【0190】

【図 1】第一の実施形態にかかる増幅器測定システムの構成を示すブロック図である。

【0191】

【図 2】増幅器 20 の動作を説明するための図であり、増幅器 20 に与えられる入力信号の周波数スペクトル（図 2（a））、増幅器 20 の出力の周波数スペクトル（図 2（b））、 $\omega_0 = (\omega_{10} + \omega_{20}) / 2 = 0$ とした場合の増幅器 20 の出力の周波数スペクトル（図 2（c））を示す図である。

【0192】

【図 3】第一の実施形態にかかるローカル周波数 ω_c の設定法を示す図である。

【0193】

【図 4】第一の実施形態にかかる位相取得部 40 の構成を示すブロック図である。

【0194】

【図 5】第一の実施形態にかかる複素ベクトル s_1 および s_2 の初期状態（時間 $t = 0$ における状態）を示す図である。

【0195】

【図 6】第一の実施形態にかかる複素ベクトル s_1 の位相 θ_1 および複素ベクトル s_2 の位相 θ_2 の時間 t との関係グラフに表したものである。

【0196】

【図 7】第一の実施形態にかかる複素ベクトル s_1 の位相 θ_1 、複素ベクトル s_2 の位相 θ_2 および複素ベクトル s_3 の位相 θ_3 の時間 t との関係グラフに表したものである。

【0197】

【図 8】第一の実施形態にかかる表示部 70 の表示態様を示す図である。

【0198】

【図 9】第一の実施形態にかかる表示部 70 の表示態様の変形例を示す図である。

【0199】

【図 10】第二の実施形態にかかる増幅器測定システムの構成を示すブロック図である。

【0200】

【図 11】第二の実施形態にかかる一致時間・位相測定部 50 の構成を示す機能ブロック図である。

【0201】

【図 12】第二の実施形態にかかるローカル周波数 ω_c の設定法を示す図である。

【0202】

【図 13】第三の実施形態にかかる増幅器測定システムの構成を示すブロック図である。

【0203】

【図 14】第四の実施形態にかかる増幅器測定システムの構成を示すブロック図である。

【0204】

【図 15】ローカル周波数 ω_c の設定法を示す図である。

【0205】

【図 16】ローカル周波数 ω_c の設定法を示す図である。

【符号の説明】

【0206】


1 位相測定装置

10 入力信号生成部

20 増幅器（測定対象回路）

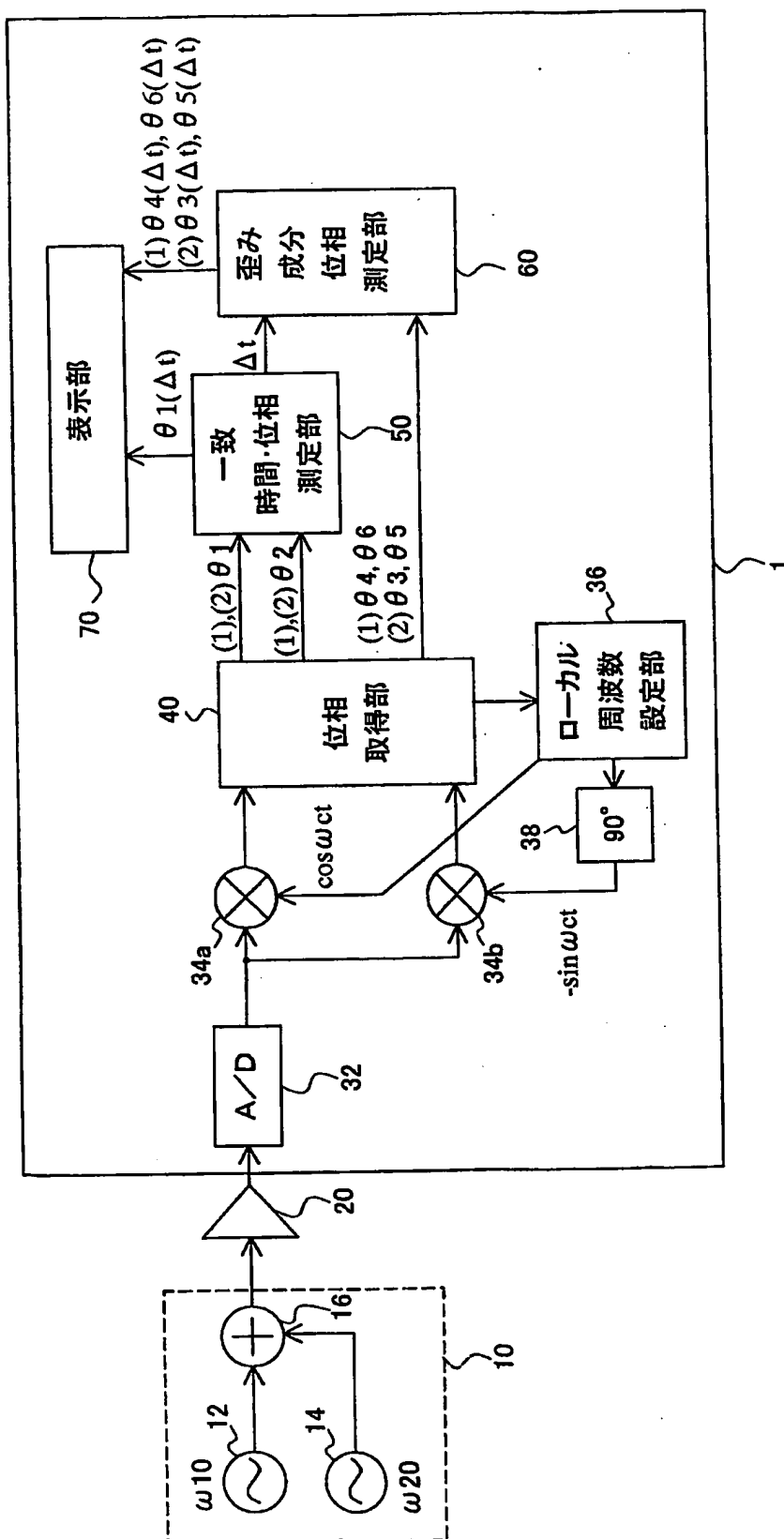
32 A/D変換器

34a、34b 乗算器

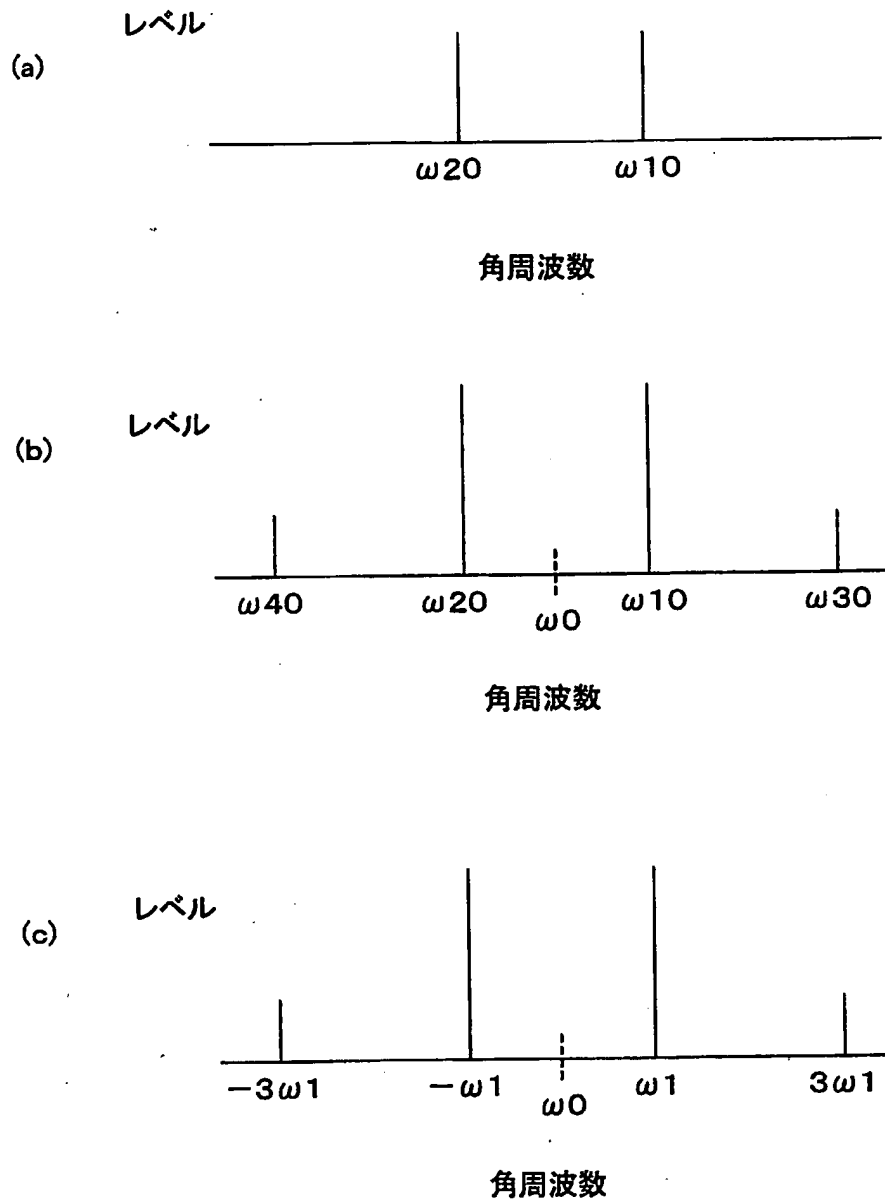


36 ローカル周波数設定部
38 90度移相器
40 位相取得部
50 一致時間・位相測定部
60 歪み成分位相測定部
70 表示部

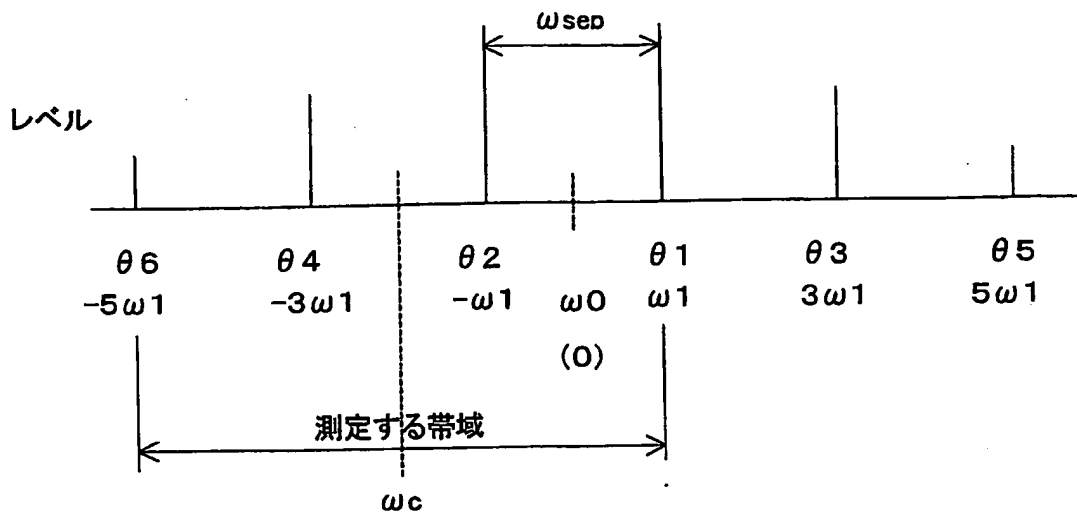
【書類名】図面
【図1】



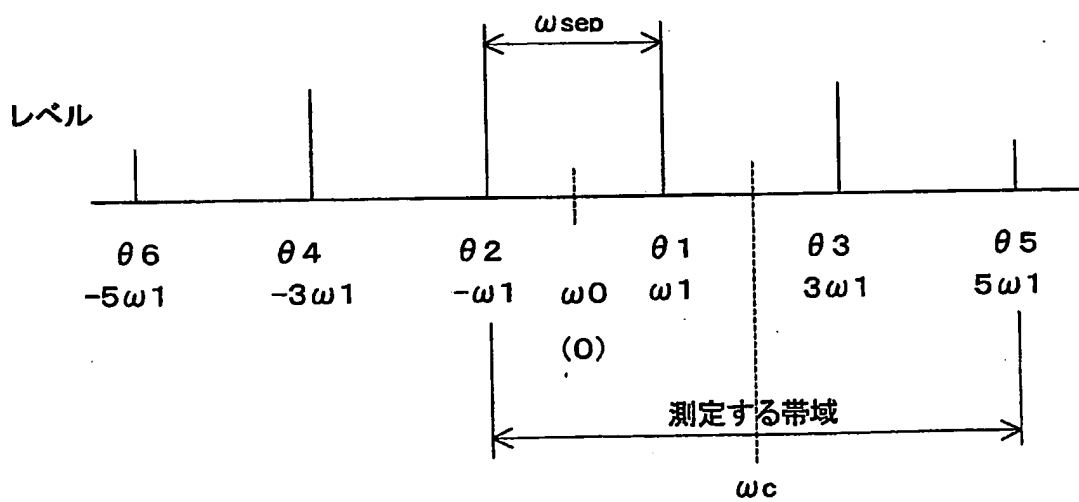
【図 2】



【図 3】

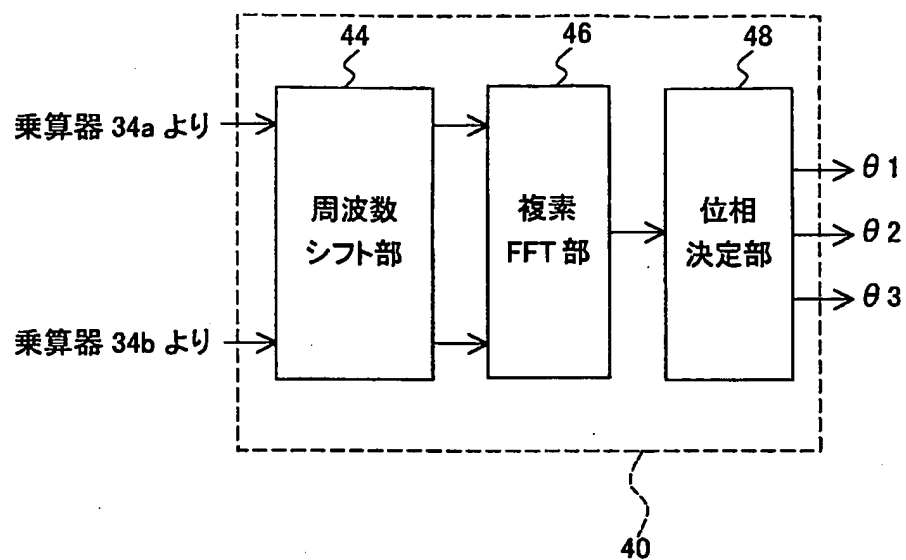


(a)

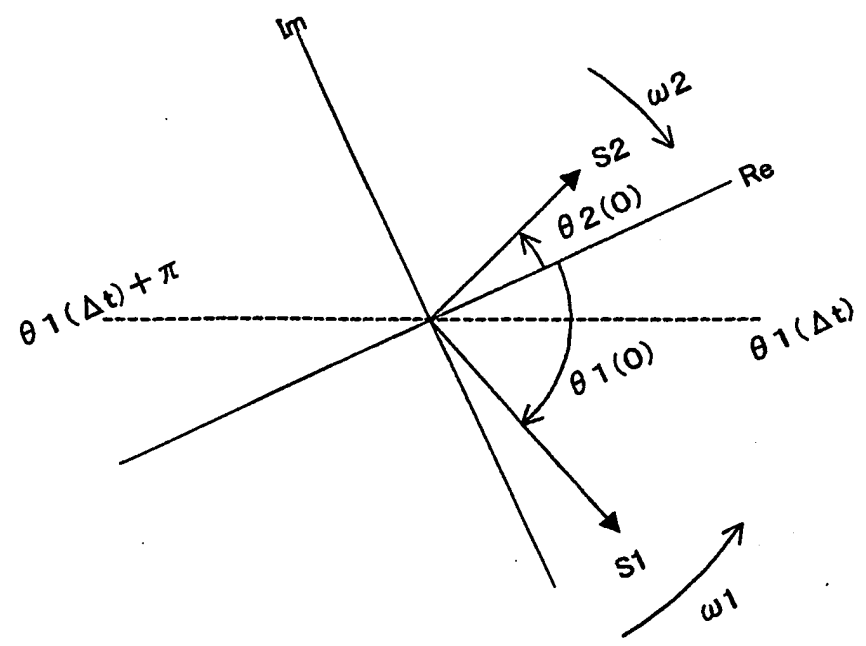


(b)

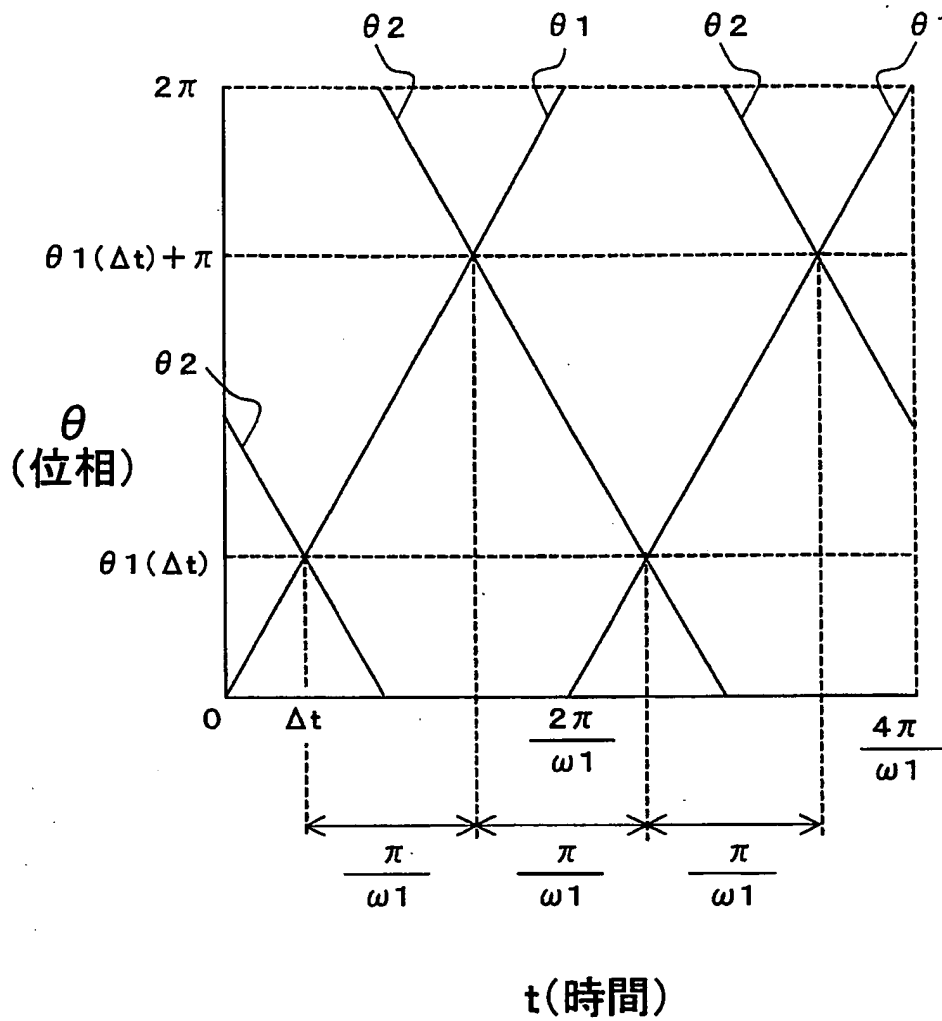
【図 4】



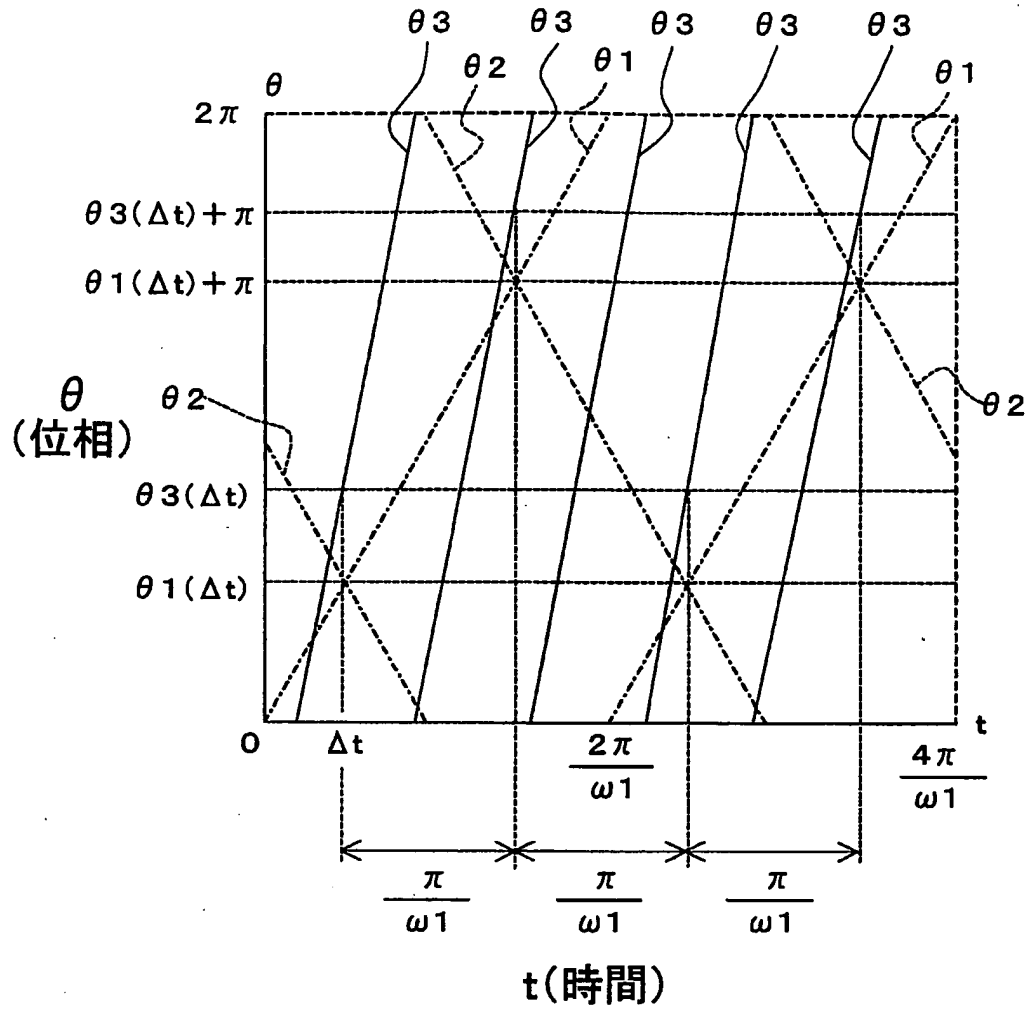
【図5】



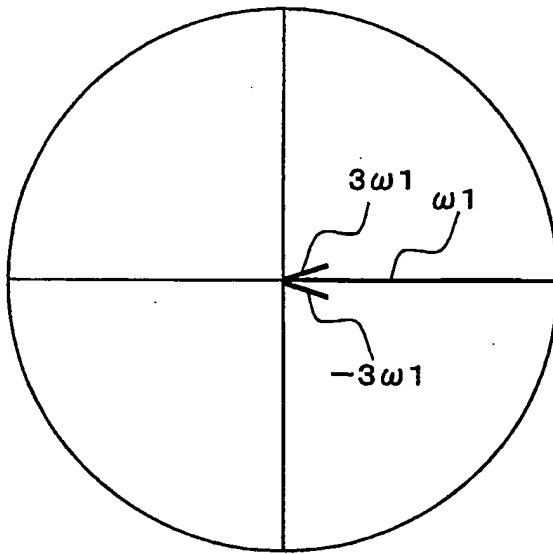
【図 6】



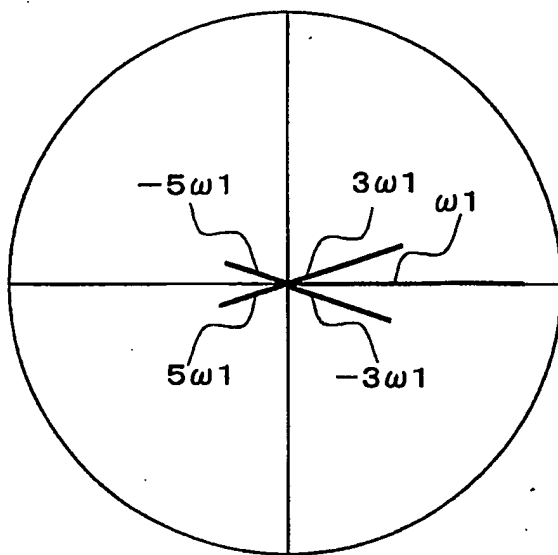
【図 7】



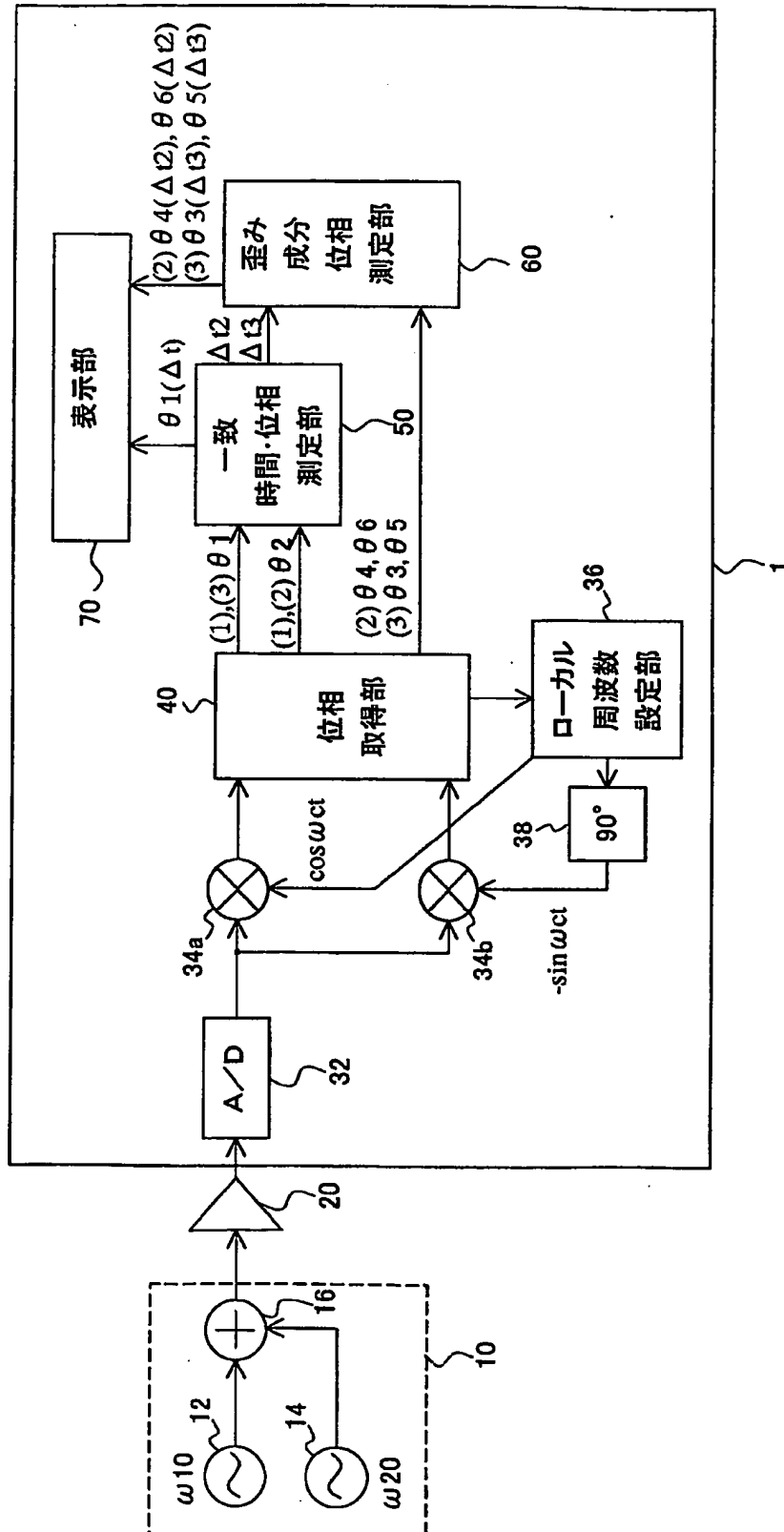
【図 8】



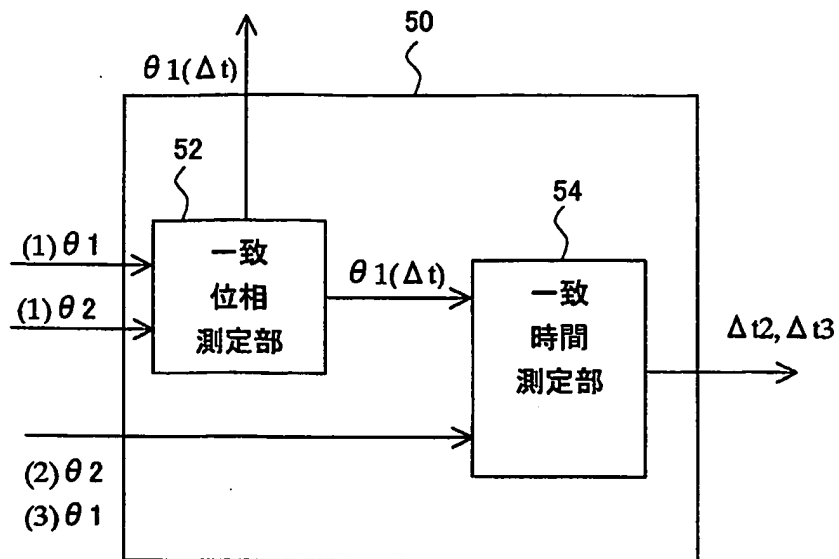
【図 9】



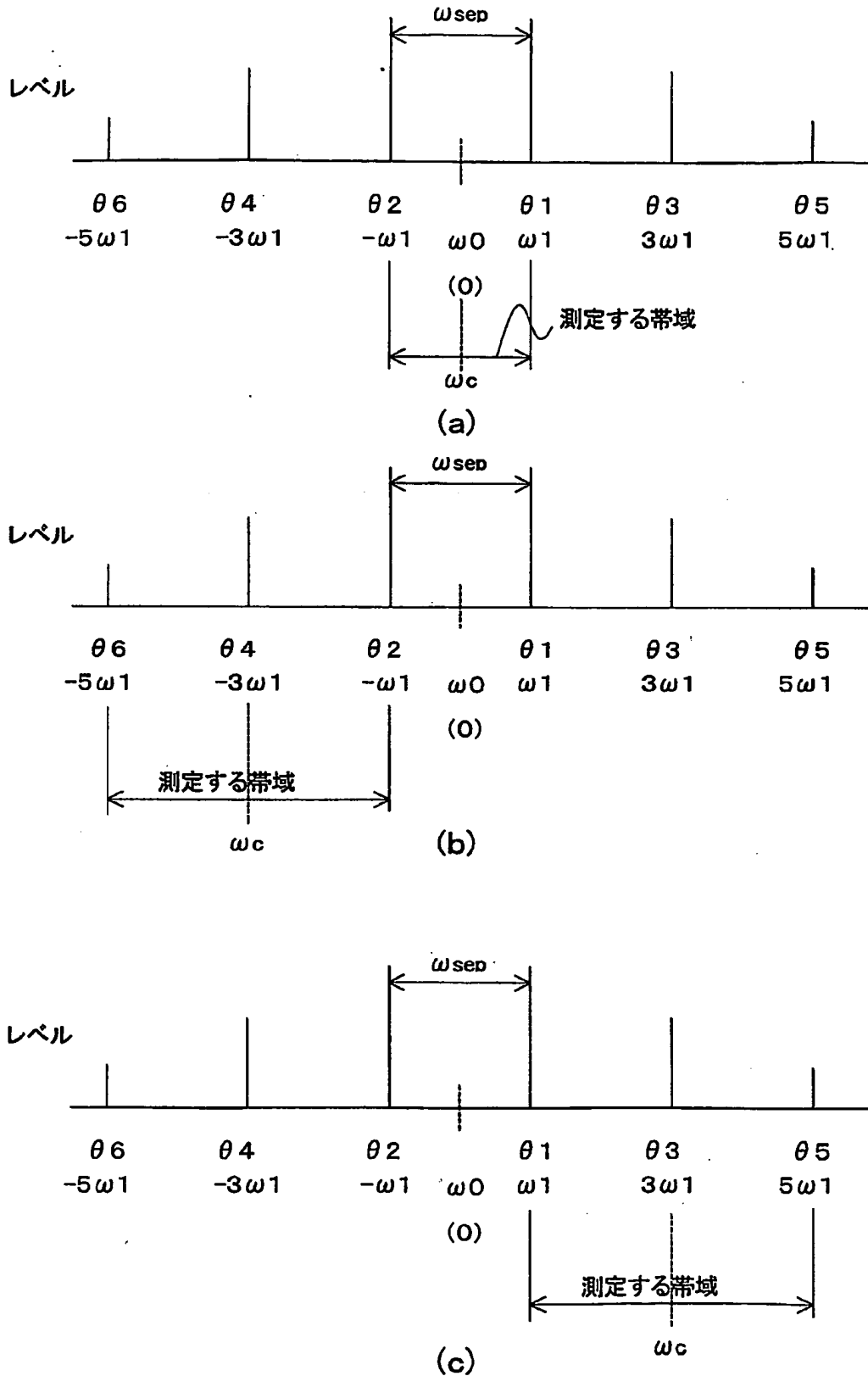
【図 10】



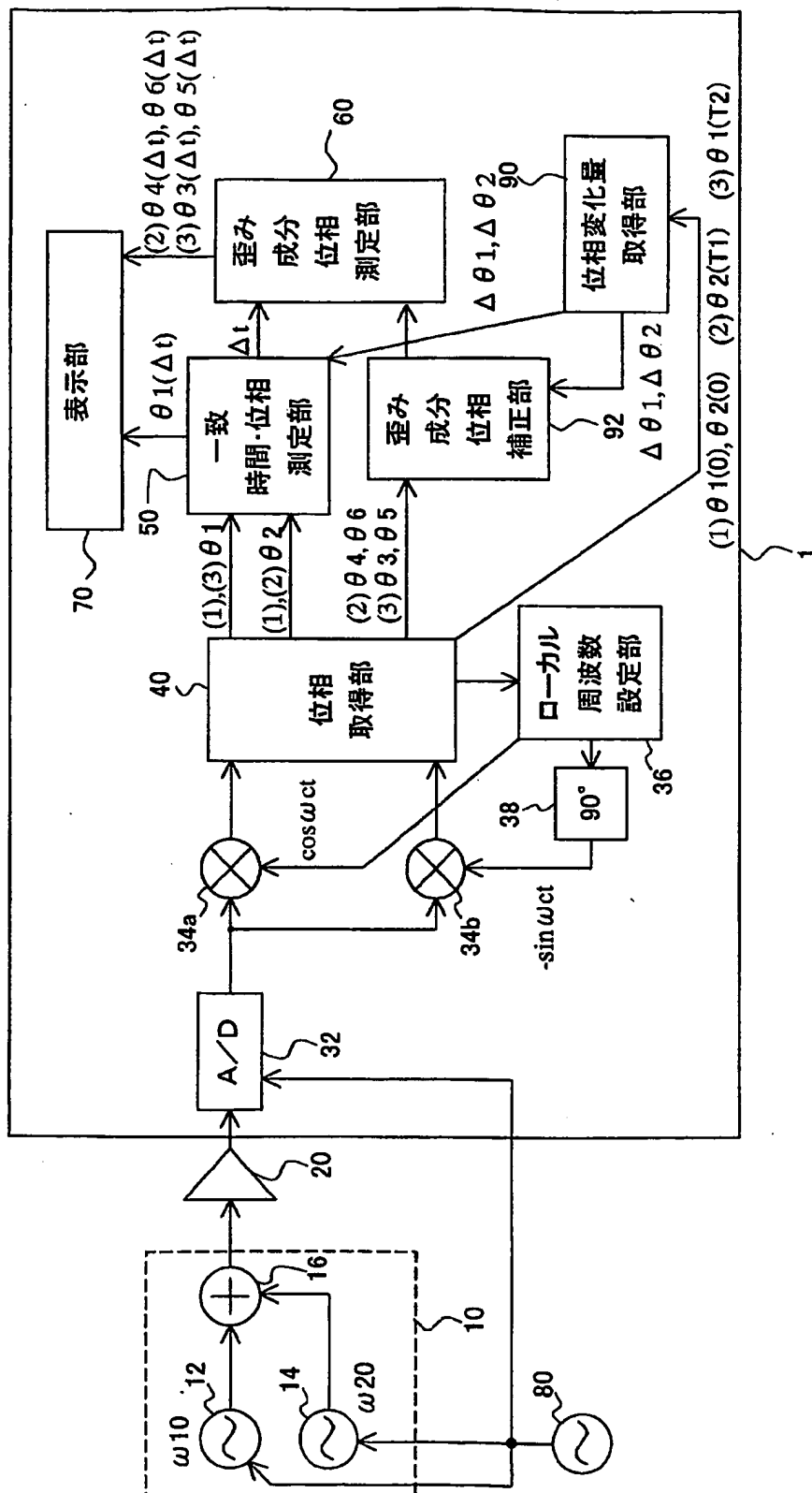
【図 11】



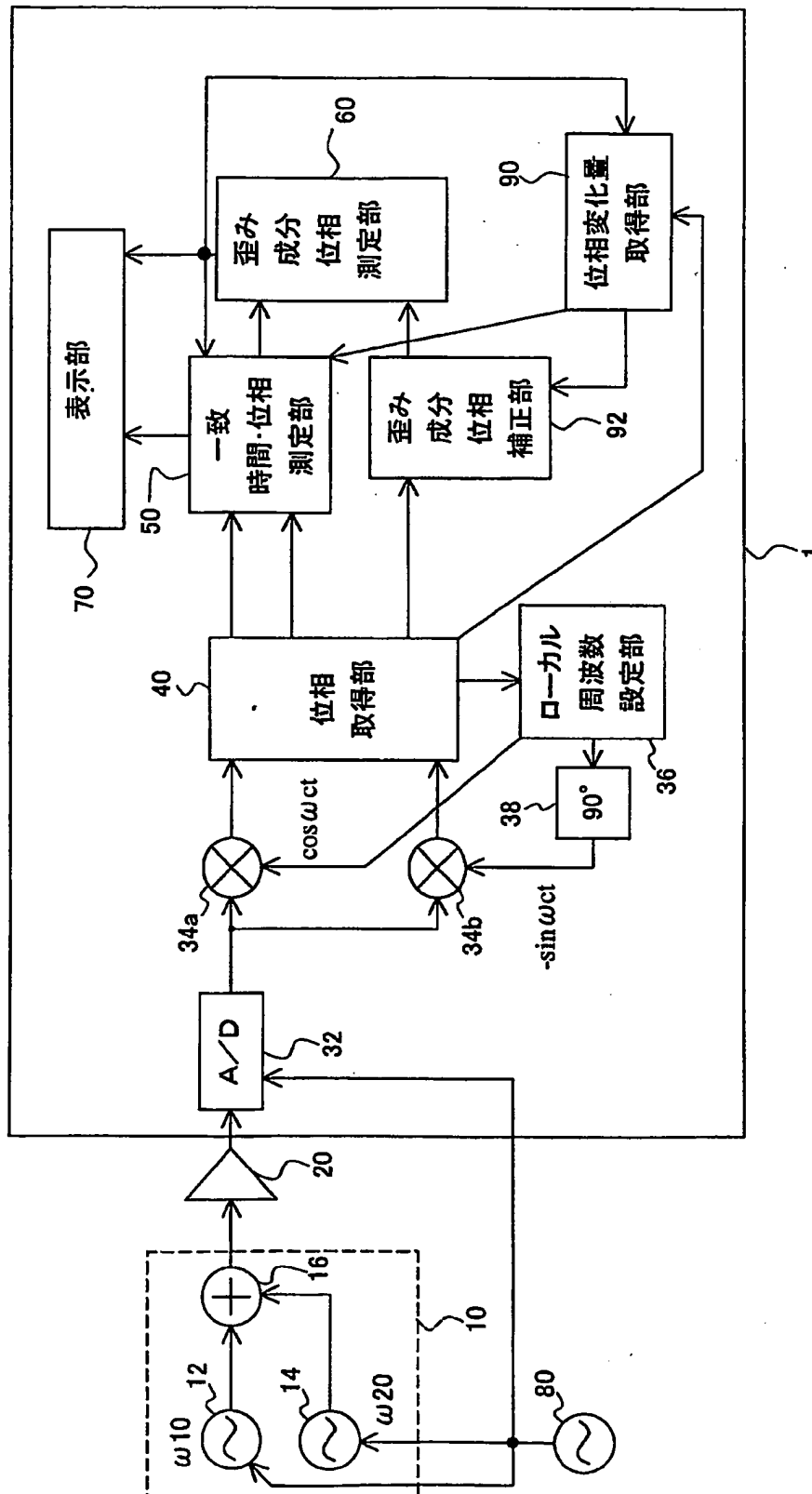
【図 12】



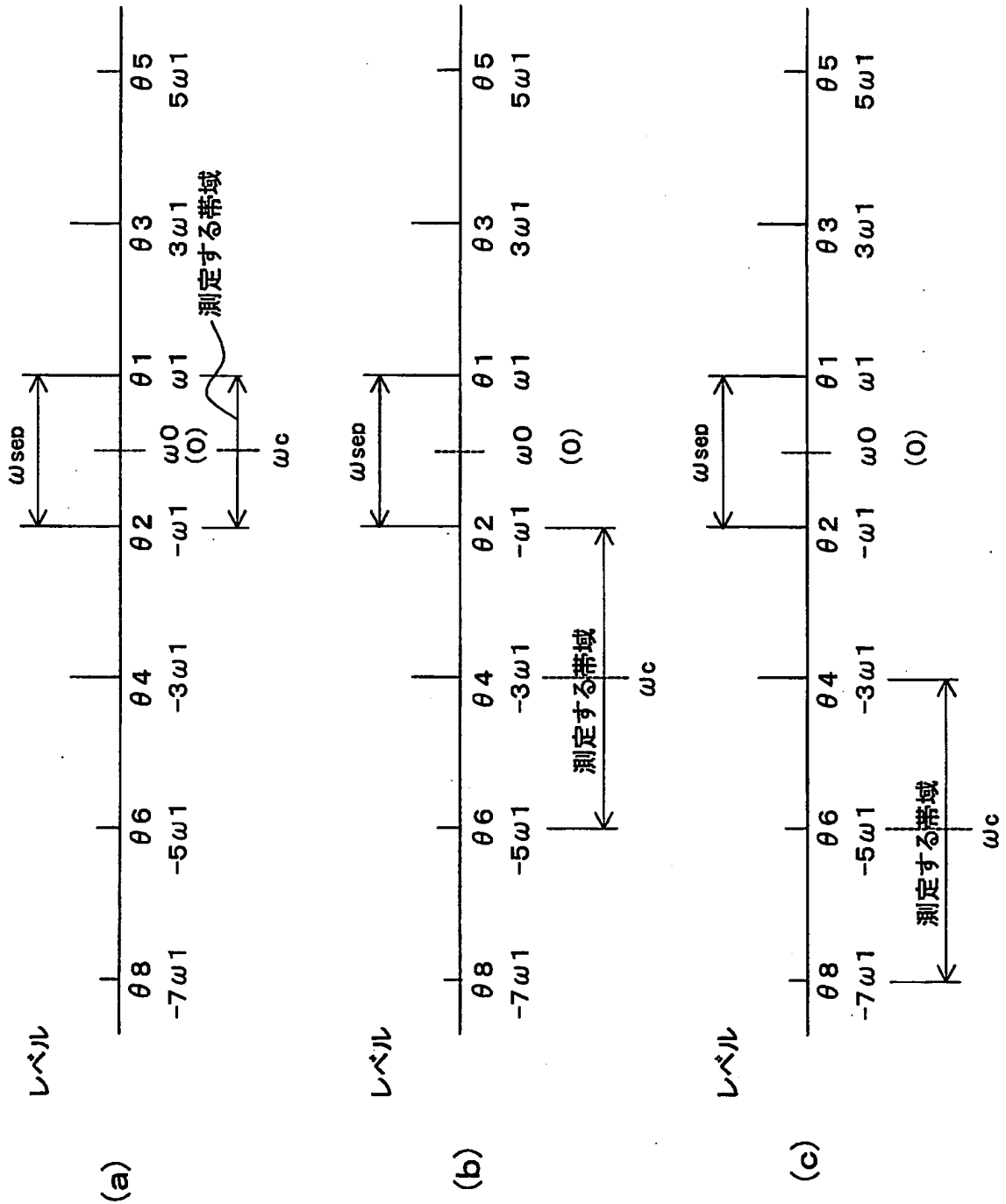
【図 13】



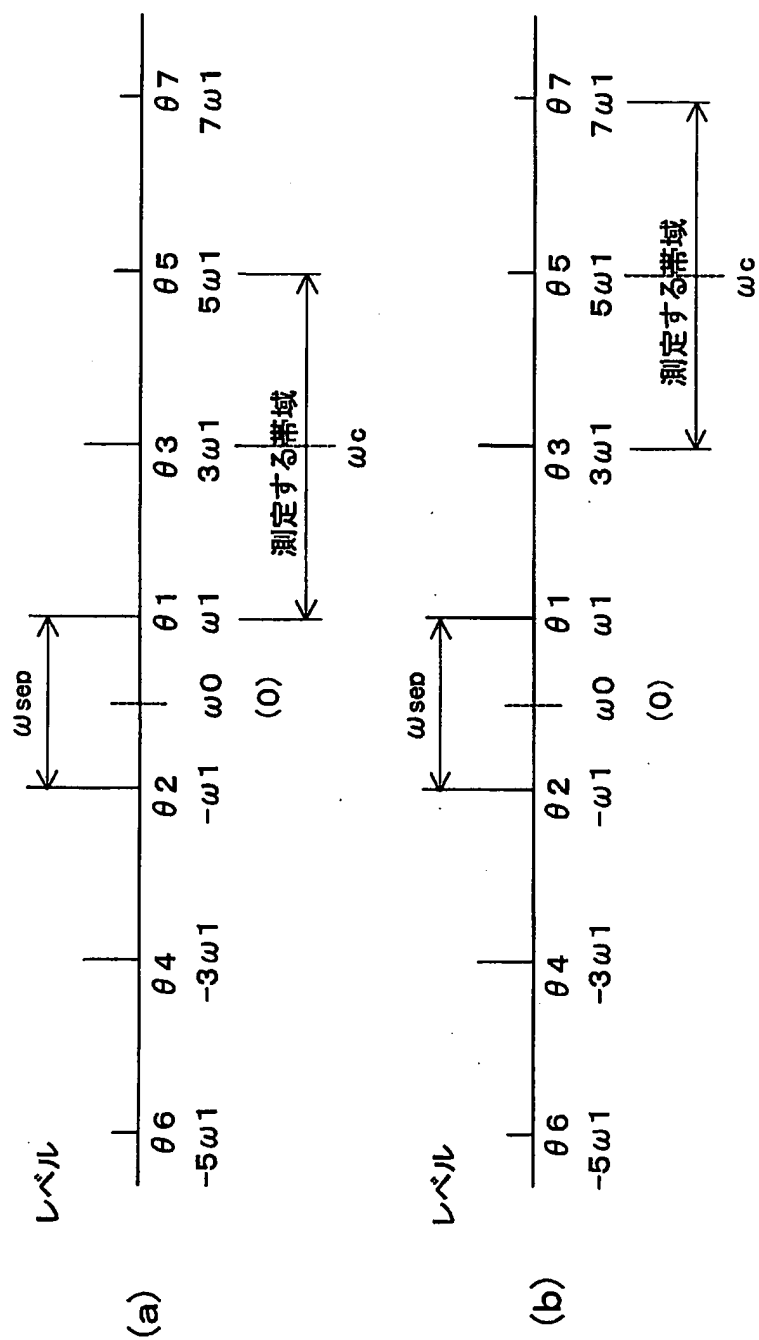
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 増幅器から出力される信号の歪みの位相の測定。

【解決手段】 入力周波数成分 $\omega 10$ 、 $\omega 20$ を有する入力信号を増幅器 20 に与えた場合の、増幅器 20 の出力を測定する位相測定装置 1 であって、増幅器 20 の出力を、 ωc によって直交変換する乗算器 34 a、34 b と、乗算器 34 a、34 b の出力における入力周波数成分 $\omega 10$ 、 $\omega 20$ の位相 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ および歪み成分の位相 $\theta 3$ 、 $\theta 4$ (3 次歪み)、 $\theta 5$ 、 $\theta 6$ (5 次歪み) を取得する位相取得部 40 と、位相取得部 40 の取得結果に基づき、 $\theta 1$ および $\theta 2$ が一致する一致時間 Δt を測定する一致時間・位相測定部 50 と、位相取得部 40 の取得結果に基づき、一致時間 Δt における歪み成分の位相 $\theta 3 \sim \theta 6$ を測定する歪み成分位相測定部 60 とを備え、位相取得部 40 は、 $\theta 1$ および $\theta 2$ のいずれか一つ以上と、 $\theta 3$ 、 $\theta 5$ ($\theta 1$ 、 $\theta 2$ より高周波) または $\theta 4$ 、 $\theta 6$ ($\theta 1$ 、 $\theta 2$ より低周波) を取得する。

【選択図】 図 1

特願2004-023378

出願人履歴情報

識別番号

[390005175]

1. 変更年月日

1990年10月15日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都練馬区旭町1丁目32番1号

氏 名

株式会社アドバンテスト